

إهـــــــداء٢٠٠٥
الهيئة العامة لشئون المطابع الأميرية
القاهرة

الدروس الابتدائية

في الكيميا العمومية

جزء ثاني

١٢٠٢ هجرية

جزء ثاني

(فهرست الجزء الثانى من كتاب الدروس الابتدائية)

(فى الكيمياء العمومية)

صحيفه

صحيفه

(تمت)

الدروس الابتدائية

فى الكيمياء العمومية

(تأليف)

(ابراهيم مصطفى)

مدرس الطبيعة بالمدرسة الطبية

الجزء الثانى

(الطبعة الاولى)

(بالمطبعة الميرية الباهرة ببولاق مصر القاهرة)

سنة ١٣٠٣

الدروس الابتدائية فى الكيميا العمومية

(تأليف)

(ابراهيم مصطفى)

مدرس الطبيعة بالمدرسة الطبية

قد قررت نظارة المعارف تدريس هذا الكتاب

لتلامذة التجهيزيه

الجزء الثانى

لتلامذة السنة الثانية وفيه أربعة وعشرون شكلا

(الطبعة الاولى)

بالمطبعة الميرية الباهره ببولاق مصر القاهره سنة ١٣٠٣

(بسم الله الرحمن الرحيم)

(١) البور

هذا الجسم يكثر وجوده فى الكون على حالة حمض بوريك وفى التوسكانا بحيرات تحتوى على مقدار عظيم من هذا الحمض وقد يكون البور عديم الشكل وقد يكون متبلورا فعديم الشكل منه يكون مسحوقا مخضرا غير قابل للصهر يلتهب فى الاوكسيجين وفى الهواء على حرارة قليلة الارتفاع يمتص الازوت على درجة الاحمرار المعتمة

والمتبلور منه يكون فى الشكل المنتظم ذى الثمانية سطوح ويكون عديم اللون أحيانا وفى الغالب يكون أصفر مسمرا وكاسريته للضوء عظيمة وهو شديد الصلابة يخطط العقيق بسهولة وقد أمكن تخطيط وصقل الماس به لكن تأثير البور فى الماس أقل من تأثير الماس فيه ولا يحترق فى الاوكسيجين والهواء الا على

حرارة كثيرة الارتفاع واحتراقه يحصل بصعوبة عظيمة

وحمض البوريك جسم صلب يكون في هيئة قشور صدفية قليل الذوبان في الماء البارد يلون اللهب باللون الاخضر ويستعمل مزيلا للعفونة وأهم استعماله في تحضير بورات الصوديوم أي البورق المعروف بالتنكار وهو ملح مكون من البور والاوكسيجين والصوديوم يحضر بغلي محلول الصودا الكاوية مع حمض البوريك

وبورات الصوديوم ملح أبيض متبلور وبلوراته تكون محتوية على كمية معينة من الماء المسمى ((ماء التبلور)) واذا عرض لتأثير الحرارة ذاب في ماء تبلوره وحصل فيه انتفاخ ثم اذا ارتفعت درجة الحرارة تصاعد ماء تبلوره فيصير صلبا فاذا وصلت الحرارة الى درجة الاحمرار اصطهر فيصير بعد تبريده كتلة شفافة زجاجية والمصطهر يذيب الاكاسيد المعدنية فتتكون بورات معدنية متلونة يمكن بها معرفة طبيعة الاوكسيد ولكون البورق المصطهر يذيب الاكاسيد المعدنية كان كثير الاستعمال عند الصواغ وفي لحم المعادن فلاجل لحم سطوح من الفضة أو النحاس

مثلا يبتدأ بتنظيفها جيدا حتى تنجلى ثم يذرّ عليها المخلوط المعدّ للحم المعادن المراد لحمها ثم يذرّ عليه البورق المسحوق وبعد ذلك يسخن فيصهر المخلوط ويلتصق بالسطوح فيضم بعضها الى بعض غير أنه لاجل الوصول الى هذا الغرض يلزم أن تكون السطوح باقية على ما كانت عليه من النظافة والجلاء أى لم تتغط بأوكسيد ودوام النظافة انما يحصل بوضع البورق لانه يذيب ما يتكوّن من الاوكسيد أو يغطى السطوح المعدنية فيمنع تأكسدها

(٢) الكربون

هذا العنصر أحد الاجسام المهمة الكثيرة الانتشار فى الكون وهو الذى يكوّن الجزء المهم للفحم ويدخل فى حالة اتحاد فى تركيب الكائنات الحية وفى تركيب كثير من المتحصلات المستخرجة من النباتات والحيوانات ويوجد أيضا على حالة حمض كربونيك تارة يكون منفردا كالموجود منه فى الهواء وفى المياه الغازية وتارة يكون متحدا وهو كثير ككربونات الجير وكربونات المانيزيوم ويوجد أيضا متحدا بالايدروجين مكوّنا المركبات

تسمى بالايدروجينات المكربنة وهذه المركبات منها مركبات غازية تخرج بطبعها من الارض ومنها سائلة مكونة لينابيع وتستخرج فى الغالب من آبار صناعية وذلك كزيت النفط والاسفلت والبترول المعروف بالجاز وهذه المركبات كثيرة الوجود فى امريقا الشمالية وفى الجهات القريبة من بحر الخزر وفى العجم والصين

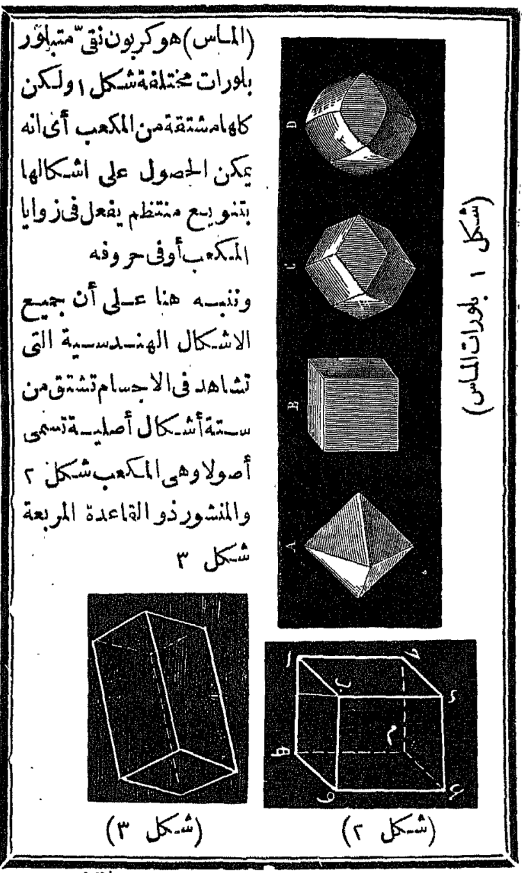
ولا يوجد الكربون نقيا الا فى الماس والجرافيت والنقى منه يوجد فى الصخور آتيا اليها من التحليل البطىء للنباتات ولا يوجد فى الاجسام البسيطة مايكون فى هيآت متعددة كتعدد هيآت الكربون وأنواعه اما طبيعية أو صناعية وكلها أجسام صلبة منها ماهو متبلور كالماس ولم يمكن الى الآن احالتها الى السيولة أو الغازية وباستعمال الحرارة التى هى أشد ارتفاعا الممكن الحصول عليها لم يتوصل الا الى استرخائها

(٣) انواع الكربون

هى الماس والجرافيت والفحم الحجرى والانتراسيت واللينيت والثلاثة الاخيرة تسمى بالفحم الحفرى

(الماس) هو كربون نقى متبلور
بلورات مختلفة شكل ١ ولكن
كلها مشتقة من المكعب أى انه
يمكن الحصول على اشكالها
بتنويع منتظم يفعل فى زوايا
المكعب أو فى حروفه

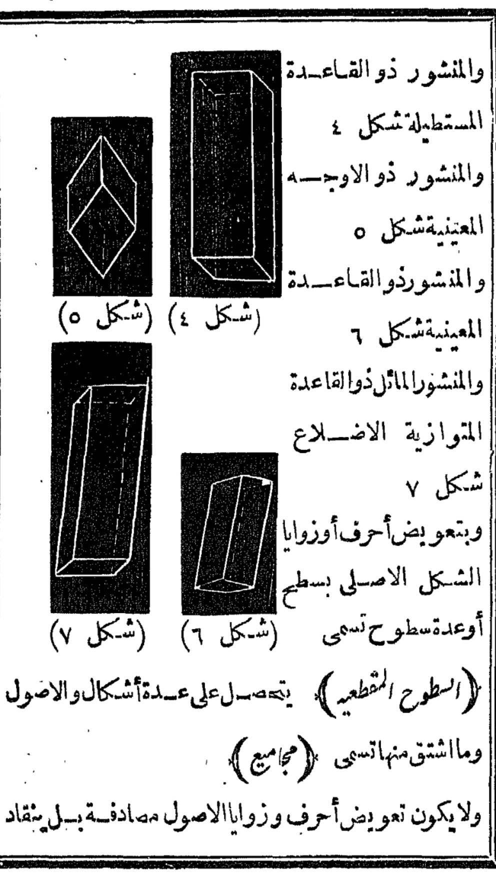
وننبه هنا على أن جميع
الاشكال الهندسية التى
تشاهد فى الاجسام تشتق من
ستة أشكال أصلية تسمى
أصولا وهى المكعب شكل ٢
والمنشور ذو القاعدة المربعة
شكل ٣



(شكل ١ بلورات الماس)

(شكل ٢)

(شكل ٣)



والمنشور ذو القاعدة المستطيلة شكل ٤

والمنشور ذو الاوجه المعينية شكل ٥

والمنشور ذو القاعدة المعينية شكل ٦

والمنشور المائل ذو القاعدة المتوازية الاضلاع شكل ٧

(شكل ٤) (شكل ٥)

(شكل ٦) (شكل ٧)

وبتعويض أحرف أو زوايا الشكل الاصلى بسطح أو عدة سطوح تسمى ((السطوح المقطعيه)) يتحصل على عدة أشكال والاصول وما اشتق منها تسمى ((مجاميع))

ولا يكون تعويض أحرف وزوايا الاصول مصادفة بل ينقاد

القانون يسمى «قانون التماثل» وهو «اذا وقع تغير على أى جزء من شكل بلورى سرى هذا التغير على سائر اجزائه المتشابهة على حد سواء» فاذا عوضت جميع زوايا المكعب بسطوح مقطعية مائلة على بعضها بنسبة واحدة متلاقية ببعضها فانه يتحصل على مجسم ذى ثمانية سطوح شكل ٨ وهو أحد الاشكال التى يكون عليها الماس واذا استبدلت أحرف المكعب بسطوح مقطعية كما تقدم يتحصل على مجسم ذى اثنى عشر سطحا شكل ٩ وهو أيضا أحد الاشكال التى يكون عليها الماس وهكذا

(شكل ٨)

(شكل ٩)

ويكون الماس شفافا صافيا ذا لمعان و بصيص يكسر الضوء ويبدده بقوة وهاتان الخاصيتان هما سبب رغبة استعماله فى الحلى

وهو اما عديم اللون واما متلوّن باللون الوردى أو الاخضر أو
الاصفر أو الاسمر وقد يكون أسود والمرغوب من الماس هو ما كان
منه عديم اللون وألوان الماس هذه هى بسبب مواد غريبة فيه
والماس أكثر الاجسام صلابة فيخطط الاجسام جميعها ولا يتخطط
بواحد منها غير البور واصقاله وتسطيحه يدلك بمسحوق نفسه
و بسبب صلابته وشكله يقطع به الزجاج
و يوجد الماس فى الصخور القديمة الخارجة من جوف الارض
فهذه الصخور تتبدد فى العادة بالمياه فتنجذب قطعها بتيارات الماء
ولذلك يوجد معظم الماس فى رمل بعض الانهر و يوجد فى الهند
وفى جزائر بورنيو وسومترا وفى البرزيل وفى جنوب افريقا
والموجود منه فى الجهة الاخيرة يكون أكبر حجما من ماس
البرزيل ولكنه يكون ملوّنا بالصفرة ومنظره أقل جمالا منه
وفى التجارة يقدر وزن الماس واللؤلؤ والاحجار الثمينة بالقيراط
وهو يساوى ٢٠٥ ملليجرام
و بلورات الماس فى العادة ليست كبيرة الجم و وزنها لا يتعدى
قيراطا واحدا فى الغالب وقد يوجد منها ما يكون عظيم الجم

فتكون ذات قيمة عظيمة ففى التاج الملوكى لامة الفرنسيس قطعة من الماس تزن ٣٠ جراما تقريبا اشتراها فيليب دورليان لتاجه وقيمتها تساوى ٢٤٠ ألف جنيه وفى دولة الروسيا قطعة تزن ٤١ جراما وكان فى جزيرة بورنيو قطعة تزن ٧٨ جراما ولم تعرف طبيعة الماس الا فى أول هذا القرن من التاريخ الميلادى فان لافوازييه لما سخن الماس فى جو من الاوكسيجين شاهد تكون الانديد كربونيك فاستنتج أنه لابد أن يكون فى الماس كربون ولما أحرق دافى فى سنة ١٨١٤م وزنا معينا من الماس فى الاوكسيجين أبان وأثبت ان ما يتكون من الانديد كربونيك هو عين ما يتكون من احتراق وزن من الكربون مساو لوزن الماس المحرق فاثبت بذلك أن الماس كربون نقى

واذا كابس الماس على حرارة مرتفعة بمعزل عن الهواء استحال الى مادة سنجابية شبيهة بالكوك

وقد أمكن الحصول على قطع صغيرة من الماس بطريق التأليف ولم يمكن الحصول على قطع كبيرة منه الى الآن

(الجرافيت) ويسمى بالبلومباجين هو كربون يكاد يكون

نقيا ولكن لا يشبه الماس ويكون كتلا مندمجة كثيراً أو قليلا وصفائح متبلورة قشورية وليفية لونها اسنجابى صلبى لطيفة الملمس دسمته تبقع الاصابع والورق بالسنجابية ولذلك يستعمل لعمل أقلام الرصاص وهو صعب الاحتراق كالماس تقريبا وأكثر وجوده فى سيبريا وكاليفورنيا فى صخور الجرانيت

ويعمل من معجونه مع الطفل بوادق تستعملها الصواغ لصهر الذهب والفضة لان مخلوط الجرافيت والطفل يقاوم الحرارة خصوصا تغيراتها ولتوصيله للكهربائية يستعمل فى الجلفانوبلاستى (أى الترسيب بالكهربائية) لتصير سطوح القوالب المصنوعة من الجتابركا أو الشمع أو الجص موصلة للكهربائية ومخلوطه بالشحم يستعمل لتلطيف احتكاك محاور العجل

واذا دلكت القطع التى من الحديد الزهر بمسحوق الجرافيت صارت لماعة وحفظت من الصدأ

(الفحم الحجرى) هو جسم مكوّن من الكربون على هيئة كتل سود تارة تكون لماعة وتارة تكون داكنة محتوية على كمية

عظيمة من الايدروجين وهذا الجسم يلتهب ابتداءً لهباً أبيض مصحوباً بدخان ذى رائحة خاصة به وبعد انقطاع اللهب يستمر احتراقه ببطء وفى هذا الوقت اذا أخذت قطعة من الفحم المتقد وأطفئت بغمرها فى الماء فجأة فانه يتحصل على مادة اسفنجية خشنة الملمس سنجابية اللون يمكن ايقادها وهذه المادة تسمى (كوك) ويتحصل على الكوك فى عملية تحضير غاز الاستصباح فانه يبقى فى المعوجات التى يقطر فيها الفحم الحجرى للحصول على غاز الاستصباح منه ويستعمل الكوك فى الحريق ولكونه موصلا جيداً للكهربائية يدخل فى عمل الاعمدة الكهربائية ويختلف الكوك باختلاف الفحم الحجرى فتارة يكون مسمياً خفيفاً وتارة صلباً أسود مندمجاً وتارة يكون سنجابياً يلتهب بسهولة وكلما كانت حرارة الاحتراق وقت تحضيره مرتفعة كان الكوك صلباً ثقيلاً أقل قابلية للحرق واذا تم احتراق الكوك بقيت منه مادة ترابية سنجابية تسمى بالرماد وهى المواد المعدنية التى كانت موجودة فى الفحم الحجرى .

ويوجد من الفحم الحجرى مقادير عظيمة فى انجلترا وفرانسا وبلجيقا

وفى أمريقا ويشاهد فى غيرها من الجهات تارة يكون مسميا خفيفا وتارة يكون صلبا أسود مندمجا وتارة يكون سنجابيا يلتهب بسهولة ولكن لا يحتوى جميع طبقات الارض عليه وهنالك طبقة مخصوصة قديمة جدا يشاهد فيها الفحم الحجرى منتشرا فى نقط متباعد بعضها عن بعض وهذه الطبقة تسمى (الارض الفحمية)

وفى الزمن الذى كانت فيه الارض الفحمية هى السطح الظاهر للكرة الارضية أى السطح المماثل للسطح الذى نحن عليه الآن نتصرف فيه ببناء المدن والحصون وزرع الحبوب كان يوجد غابات عظيمة تزمنها أنهر متسعة تقلع الاشجار فيتراكم بعضها على بعض فى أودية ضيقة وتتغطى بالرواسب المائية ثم تتفحم بالحرارة المركزية ويشاهد الآن انطباع أوراق هذه الاشجار فى الطفل الذى كان مغطيا للفحم الحجرى ويرى فيها الشكل الظاهر للفروع وللجذوع

واستعمالات الفحم الحجرى عديدة متنوعة فبه قيام الآلات البخارية التى هى أساس الصناعة والتجارة ويتحصل من تقطيره

على عدة متحصلات مهمة منها غاز الاستصباح والبنزين والنفتالين والنوشادر والبرافين وكلها استحضارات نافعة فى الصنائع

(الانتراسيت) — فحم طبيعى أسود يلمع كثيرا أو قليلا مندمج هش أصلب من الفحم الحجرى يحترق بعسر وأكثر وجوده فى أمريقا الشمالية فى الجهات الجبلية

والانتراسيت هو الفحم الحجرى الذى عرض فى باطن الارض لضغط قوى وحرارة شديدة فبتأثير تبريد الارض المستمر تنقبض قشرتها فيتولد عن هذا الانقباض ضغط شديد يؤثر فى اتجاه افقى ليحدث تداخل الطبقات المختلفة فى بعضها فاذا لم تكن فى القشرة مقاومة كافية تمزقت وارتفع فى محل التمزيق جبل ومن الواضح أنه اذا وجد فى النقط المضغوطة طبقة من الفحم الحجرى فالضغط العظيم الواقع عليه والحرارة الشديدة الناتجة عنه كافيان لتنويعه

(اللينيت) — هو فحم حفرى يوجد فى أرض حديثة العهد وهو مندمج أسود لماع ثقيل صلب يحترق فتشم له رائحة كريهة وبعضه يكون قابلا للصقل

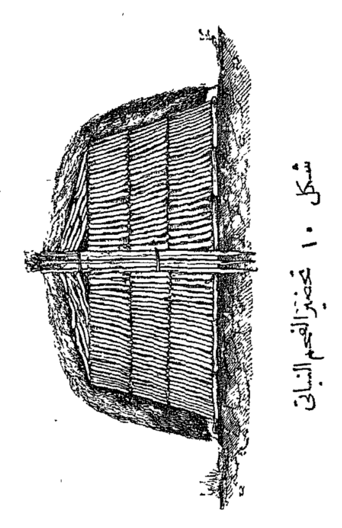
(٤) التفحيم والفحم الصناعي

النباتات والحيوانات تحتوى على الكربون متحدا بعناصر أخر كالايدروجين والاوكسيجين والازوت وجميعها يتحلل اذا سخن بشدة فتتكون مركبات طيارة منها النوشادر اذا كانت المادة المعرضة لتأثير الحرارة محتوية على الازوت واذا كان التسخين بمعزل عن الهواء بقي باق مقدار الكربون فيه غالب على غيره فهذه العملية التي هي تحليل المواد العضوية بمعزل عن الهواء تسمى بالتفحيم

والفحم الصناعي أنواع منها الفحم النباتي والفحم الحيواني والفحم المستعمل في الرسم

((الفحم النباتي)) ويسمى بفحم الخشب هو المستخرج من تفحيم النباتات والعادة أن يحضر هذا الفحم في الغابات بان تقطع الفروع التي مضى عليها ثلاث سنين الى خمس قطعا متساوية الطول بعد جفافها وتوضع عمودية بعضها بجانب بعض مكونة لطبقة مستديرة ثم يوضع فوق هذه الطبقة طبقة ثانية أقل اتساعا من الاولى وفوق الثانية طبقة ثالثة أقل اتساعا من الثانية لتكون

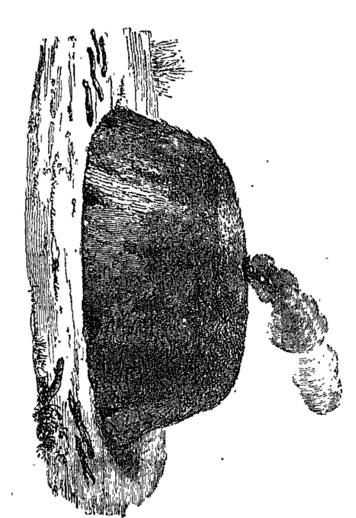
هـذه الطبقات كوماً مخروطى الشكل خشب وسطه منصوب على هيئة مدخنة سائرة من قاعدة المخروط الى قمته كما فى شكل ١٠



شكل ١٠ مخزن الفحم النباتى

وبعد رصف الخشب على هذا الوضع يغطى ظاهر الكوم بالحشائش والطين من غير تغطية قمة المخروط وهى الطرف العلوى من

المدخنة كما فى شكل ١١



شكل ١١ تحضير الفحم النباتى

ثم يجعل فى قاعدة المدخنة بعض قطع من الفحم المتقد تلتهب به قطع الخشب المركزية والحرارة الناتجة عن هذا الاحتراق تحلل ماوراء القطع الملتهبة فيستحيل الى فحم وتحتاج هذه العملية الى تعوّد ونباهة العامل لئلا يلتهب جميع الخشب الموضوع فى الكوم

(الفحم الحيوانى) هو المستخرج من تفحيم العظام ويحضر بتسخين العظام الخالصة مما فيها من المواد الدسمة فى أوان مسدودة من الحديد أو الطين

والفحم المستعمل فى الرسم يحضر بتفحيم النباتات الخفيفة كالبيلسان والزيزفون وغير ذلك فى أوان مسدودة

وفى الفحم النباتى والحيوانى خاصية الامتصاص بقوة أى امكان امتصاصهما لمقادير عظيمة من أجسام أخر فيمتصان الغازات والابخرة ويحبسان المواد الملونة فى مسامهما والخاصية الثانية قوية فى الفحم الحيوانى خصوصا فاذا غمر فى الزئبق قطعة من الفحم النباتى بعد تسخينها الى درجة الاحمرار لطرد ما يكون فى العادة بها من الرطوبة والغازات وتركت حين تطفو على سطح الزئبق تحت ناقوس مملوء بالاندريد كربونيك شوهد أن حجم غاز الناقوس يقل وذلك بسبب امتصاص الفحم له ومقدار ما امتص من الغاز يتعلق بطبيعة الفحم فاللتر الواحد من مسحوق فحم الخشب قد يمتص ٩٠ لترا من النوشادر و٨٥ من حمض الكلور ايدريك و٦٥ من الاندريد كبريتوز و٥٥ من حمض الكبريت

ايدريك

ايدريك و ٣٥ من الاندريد كربونيك و ٩ من الاوكسيجين
وامتصاص الفحم المسحوق الناعم للاوكسيجين قد يحدث
أحيانا احتراقا لان هذا الامتصاص هو تكاثف وتكاثف
الغازات يكون مصحوبا بانتشار حرارة

واذا وضع مقدار من الخل الاحمر فى زجاجة مع قليل من
الفحم الحيوانى ورج السائل بعض دقائق ثم وضع على مرشح فان
الخل يمر منه بلا لون وماذلك الا لكون الفحم حبس المادة الملونة
للخل فى مسامه

واذا سخنت عصارة النباتات خصوصا عصارة قصب السكر
لاستخراج السكر منها فان السائل يتلون بالسمرة فلا يتحصل منه
على سكر أبيض بياضا تاما ولذلك يزال لون المحلول السكرى المركز
بامراره من صناديق مملوءة بالفحم الحيوانى تعمل عمل مرشحات
ويمتص الفحم الحيوانى المواد الملونة حتى تمتلئ مسامه بها فاذا
امتلأت صار عديم الفعل ولارجاع خاصية امتصاصه للمواد
الملونة مرة أخرى يعامل بالحوامض أو يترك للتخمر ثم يكاس

وبسبب خاصية الامتصاص يستعمل الفحم مزيلا للعفونة
وموقفا لتحليل المادة العضوية فالرائحة الكريهة التى تنتشر

من اللحم ومن المشروبات التى تبتدئ فى التلف ومن مياه
المستنقعات كل ذلك متسبب عن غازات أو أجسام طيارة ويكفى
لزوالها وضعها مع الفحم المسحوق زمنا فبترشيح المياه الراكدة
من خلال طبقة من الفحم تصير صافية عديمة الرائحة ولذلك
تستعمل مرشحات من الفحم لتنقية مياه الشرب واذا ترك
اللحم الذى ابتدأت فيه الرائحة الكريهة بعض دقائق فى
مسحوق الفحم أو أغلى فى ماء وضع فيه قطع من الفحم فان رائحته
تزول والفحم يوقف التعفن ويؤخره لان حصول التعفن يستدعى
وجود الهواء والرطوبة واذا وضع اللحم مثلا فى مسحوق الفحم
امتنع الهواء والرطوبة من الوصول اليه سريعا فيتأخر حصول
التعفن فيه وبذلك يتأتى حفظه زمنا

(٥) اوكسيد الكربون والانذريد كربونيك

الكربون يكوّن باتحاده بالاوكسيجين مركبين هما أوكسيد
الكربون والانذريد كربونيك المسمى أيضا بحمض الكربونيك
وأوكسيد الكربون مكوّن من اتحاد ذرّة من الكربون بذرّة من
الاوكسيجين والانذريد كربونيك مكوّن من اتحاد ذرّة من

الكربون بذرتين من الاوكسيجين وبذلك يرى أن جزىء الاندريد كربونيك يحتوى على ضعف مايحتوى عليه أوكسيد الكربون من الاوكسيجين

ومن السهل تحضير هذين الجسمين وذلك باحراق الفحم فى الهواء فان كان مقدار الكربون عظيما بالنسبة لمقدار الاوكسيجين تكون عن الاحتراق أوكسيد الكربون وان كان مقدار الاوكسيجين عظيما بالنسبة للكربون تكون عنه الاندريد كربونيك

وماقلناه من تكون أوكسيد الكربون والاندريد كربونيك يستوجب الالتفات اليه لان احتراق الكربون كثير الحصول فى الاستعمالات الاهلية ففى هذه الاستعمالات ينبغى أن يفعل الاحتراق بحيث لا يتكون فيه الا الاندريد كربونيك وحده من غير أن يتكون شىء من أوكسيد الكربون

ولا يستمر التنفس مع وجود الاندريد كربونيك ولذا كانت المحلات التى تحتوى على مقدار وافر منه غير صالحة للسكنى وهو ليس مسما وتأثيره كتأثير الماء فى الغرق فان الماء يمنع التنفس لانه يحول بين الهواء والغريق وهو لا يسم

أما أوكسيد الكربون فبالعكس لانه سم شديد يؤثر فى الدم فيتلفه فيحدث الموت ولو كان مقداره قليلا

وأحسن شيء يفعل لعدم تكون شيء من أوكسيد الكربون هو أن يحرق الكربون فى بورة يصل اليها من الهواء مقدار وافر واذا لم يتيسر منع تكونه وجب فتح جميع منافذ المكان الحاصل فيه احتراق الكربون وتجديد الهواء بشدة بحيث يطرد جميع ما يتكون من هذا الغاز المضر أولا فأولا (*فما أسرع الموت بهذا الجسم لمن اهمل تجديد هواء المكان الذى يتكون فيه تجديدا وافيا*) والموت الذى يحدث عن احتراق الفحم فى المحلات المغلقة متسبب عن أوكسيد الكربون لا عن الاندريد كربونيك

وأوكسيد الكربون والاندريد كربونيك هما غازان على الدرجة المعتادة فأما الاول فنادر الوجود تولده عارضى يحترق بلهب أزرق وهو الذى يشاهد فى قاعدة لهب الشمعة وفى قاعدة لهب احتراق الفحم فى بدء احتراقه ويتكون عن هذا الاحتراق الاندريد كربونيك

وأما الثانى فكثير الوجود فى العالم فالهواء يحتوى على مقدار قليل منه و وجوده ضرورى لنمو النباتات ومعظم هذا الجسم يوجد فى معظم الصخور المكونة للقشرة الارضية فالطباشير والرخام والاحجار الجيرية تحتوى على مقدار عظيم من هذا الجسم وهو غير قابل للاحتراق مطفئ للاجسام المشتعلة وهو أثقل من الهواء مرة ونصفا تقريبا و يتصاعد من بعض شقوق الارض بطبعه ولكونه أثقل من الهواء يشغل الطبقة السفلى الملامسة لسطح الارض فاذا مرت حيوانات فى أماكن فيها هذه الطبقة هلكت لانها تمر فى جو لا يصلح للتنفس ففى المغارة المعروفة بمغارة الكلاب بالقرب من نابولى تهلك الكلاب التى تدخل فيها الان فتحة أعضاء تنفسها تكون فى طبقة مشحونة بالاندريد كربونيك لقصر قامتها وقرب الاندريد من الارض لكثافته أما الانسان فيدخلها آمنا الان فتحة أعضاء تنفسه تكون فى طبقة فوق المشحونة به وبالسبب عينه قد تكون الآبار المهجورة مشحونة منه فيهلك نازلوها بالاختناق و ينسب العوام هذا الاختناق الى الجن ويعرف وجوده فى هذه الآبار بانزال شمعة

متقدة فيها فان طفئت كان ذلك علامة على وجوده وتجرد هذه الآبار منه بالقاء الماء المغلق فيه الجير حتى لا تنطفئ الشمعة المتقدة اذا أنزلت فيها وحينئذ فلا خطر على نازليها

ويسيل الاندريد كربونيك بسهولة بل ويتجمد ويكفي للحصول عليه سائلا تحضيره في وسط مغلق غلقا محكما فيأخذ ضغطه على نفسه في الازدياد فبأي زمن يصير فيه سائلا بسبب هذا الضغط واذا فتحت حنفية محتوية على السائل من هذا الجسم بحيث يسيل جزء منه فان هذا السائل يتبخر علامسته للهواء والبرودة الناشئة عن هذا التبخر تكون كافية لاحالة جزء من السائل الى صلب شبيه بالثلج ومن الغريب أن هذا الصلب لا يصير سائلا الا بصعوبة مع ان درجة حرارته شديدة الانخفاض

ويتبخر الصلب من هذا الجسم ببطء وينبغي أن لا يضغط عليه بالاصابع والا احترق الجلد ببرده الشديد كما يحترق بالحديد المحمى على درجة الاحمرار أليس بعجيب الاحساس بالاحتراق بجسم شديد البرودة نعم ليس عجيبا اذا لاحظنا أن الحرق هو عبارة عن اتلاف الجلد وأن هذا الاتلاف يحصل بزيادة البرودة كما يحصل بزيادة الحرارة

وللاندريد كربونيك طعم حمضى خفيف لطيف المذاق وهذا
الجسم يسهل الهضم ويخفف العطش فى حرارة الصيف ولذلك
يستعمل الماء المشبع به فى الموائد وهذا الماء يسمى بماء سلس
وبالمياه الغازية الصناعية المعروفة بالغازوزه

وفى الصنائع يحضر الاندريد كربونيك من معاملة الرخام الذى
هو كربونات الكالسيوم أى الجير بحمض فيحل الجير محل
ايدروجين الحمض فيكون معه ملحا وايدروجين الحمض يتحد
بثلث أوكسيجين حمض الكربونيك ليكون الماء فيصير الحمض
اندريدا كما يرى من هذه المعادلة

لـ ا٣ كا + كب ا٤ يد٢ = كب ا٤ كا + يد٢ ا + لـ ا٢

كربونات الكالسيوم	حمض كبريتيك	كبريتات الكالسيوم	ماء	أندريد كربونيك

وللاندريد كربونيك استعمالات مهمة منها تحضير المياه الغازية
الصناعية ومنها تحضير بعض كربونات ككربونات الرصاص
ويوجد فى المتجر زجاجات من الحديد الزهر محتوية على الاندريد
كربونيك السائل ويستعمل السائل منه فى اخراج المراكب

الغائصة فى جوف البحار و يضيفونه باتعو البيرة (البوظة الافرنجى) على البيرة الموضوعة فى قاعات تحت الارض كى تخرج عند فتح حنفيات موضوعة فوق الارض متصلة بواسطة أنابيب بالاوانى الموضوعة فيها البيرة فان الاندريد كربونيك السائل يستحيل الى غاز فيضغط البيرة ضغطا عظيما بسببه ترتفع فى المواسير و يحصل فيها فوران وقت خروجها ومنها استعماله فى معامل مدافع الكروب لاخراج الشجردم من الكاسة لان تطايره يحدث انخفاضا عظيما فى درجة الحرارة فينقبض الشجردم و يقل حجمه فيسهل خروجه من الكاسة

(٦) المياه الغازية الصناعية

هى مياه مذيبة لحجم من الاندريد كربونيك مساو لحجمها ثلاث أو أربع مرات وحيث ان الماء لا يذيب على الضغط المعتاد والحرارة المعتادة من الاندريد كربونيك الا قدر حجمه مرة تقريبا فليكون مشبعا بقدر حجمه ثلاث أو أربع مرات من الاندريد كربونيك يلزم أن تكون اذابة هذا الحمض على ضغط مساو لضغط الهواء سبع أو ثمان مرات

وعمليـة تحضـير هذه المياه تنحصر فى ثلاثة أعمال الاول تحضير الاندريد كربونيك وغسله والثانى اذابته فى الماء بضغط ٧ أو ٨ جواء الثالث امتلاء الزجاجات المعدة لهذا الماء

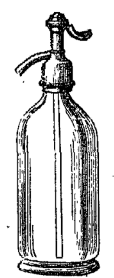
فتحضـيره يكون بمعاملة الرخام أو الطباشير بحمض الكبريتيك أو الكلورايدريك والغاز المتحصـل يغسل بامراره فى اناء مملوء بالماء ليتجرد عما يجذبه من حمض الكبريتيك أو الكلورايدريك حال تصاعده

واذابتـه فى الماء اما بتوجيهه فى أوان مملوءة بالماء متصلة بالجهاز المعد لتحضيره وغسله واما بتوجيهه فى غازومتر ومنه الى أوان مملوءة بالماء معدة لاذابته بواسطة طلمبات ماصة كابسة وفى الاناء الموضوع فيه الماء المشـبع بالاندريد كربونيك قطع مخصوصـة معدة لملء الزجاج يوفق عليها الزجاجـة وبعـد أن تملأ تسدّ وهى فى مكانها بسـداد من الفلين وذلك بجهاز مخصوص موضوع فى الجزء الذى وفقت عليـه الزجاجة ثم يربط سـداد الزجاجة برابط معدنى والزجاج المسـتعمل لذلك هو زجاج ذو مقاومة عظيمـة يتحمل الضغط الواقع على الاندريد كربونيك

ولا تكون الزجاجات ممتلئـة بالماء امتـلاء تاما بل جزؤها العلوى

يكون مشغولا بغاز الاندريد كربونيك مضغوطا بالضغط الذى
حصل عليه اذابة الاندريد كربونيك فى الماء فاذا رفع الغطاء فان
هذا الغاز يخرج فى الهواء فلا يصير الاندريد كربونيك المذاب
فى الماء متأثرا الابضغط الجو وحيث ان ذوبانه فى الماء كان من
الضغط العظيم الواقع عليه وقد زال الضغط برفع الغطاء فمعظم
المذاب فى الماء من الاندريد يتصاعد ولذلك يشاهد عند رفع غطاء
الزجاجة فوران فى السائل ناتج عن تصاعد فقاعات غازية منه
وقد يكون هذا الفوران شديدا فينقذف جزء من السائل خارج
الزجاجة وزيادة على ذلك نقول ان مستعمل هذه الزجاجات يصير
مخيرا بين أمرين بعد فتحها وصب مقدار منها فى كاس ليتعاطاه
فاما ان يشرب ما فى الكأس ويترك الزجاجة مكشوفة ليغطيها
بعد الشرب كيلا يفقد ما فى الكاس الجزء العظيم مما فيه من
الاندريد كربونيك وفى هذه الحالة يتصاعد معظم الاندريد
كربونيك المذاب فى السائل الباقى فى الزجاجة واما أن يغطى
الزجاجة أولا ثم يشرب ما فى الكاس وفى هذه الحالة يفقد ما فى
الكاس معظم ما فيه من الاندريد كربونيك ولذلك يفضل فى

فى الاستعمال الآن الزجاج المسمى زجاج الممص وزجاجة الممص شكل ١٢ هى زجاجة موفق على فوهتها قطعة مخصوصة من القصدير مثبتة على عنق الزجاجة تثبيتا قويا وفى جزء من هذه القطعة اختناق يعلوه منقار معد لخروج السائل وفى الجزء المختنق مكبس معدنى مثبت على قطعة من الصمغ المرن مسلط عليه رافعة وفوق هذا المكبس أو أسفله وهو الغالب



شكل ١٢ زجاجة ممص

زنبلك صغير حلزونى يحدث تحامل المكبس على الجزء المختنق بقوة فيحول بين باطن الزجاجة والهواء فاذا أريد خروج شئ من السائل الموجود فى الزجاجة ضغط على الرافعة فيرتفع المكبس أو ينخفض بحسب كون الزنبلك موضوعا أعلاه أو أسفله فيخرج السائل من المنقار مارّا من أنبوبة مجوّفة من زجاج موضوعة فى باطن الزجاجة أحد أطرافها متصل بالجزء المختنق والطرف الآخر ينتهى بالقرب من قاع الزجاجة

وفهم سير هذا الجهاز سهل فمتى كان مملوأ (وامتلاؤه يكون بجهاز مخصوص لا يسع المقام شرحه) فان الجزء العلوى من الزجاجة لا يكون مشغولا بالسائل بل يكون مشغولا بغاز الانذريد كربونيك مضغوطا بضغط عدة جواء ومتى كان المكبس سادا للجزء المختنق فلا يمكن أن يسيل شئ من السائل الى الخارج لعدم اتصال بين باطن الزجاجة وخارجها فاذا رفع المكبس أو خفض بضغط الرافعة المسلطة عليه فانه يحصل اتصال بين الهواء الجوّى وباطن الانبوبة فيصير سطح السائل الذى فى باطن الانبوبة مضغوطا بضغط جوّ واحد والسطح السائل المحصور بين الانبوبة وجدر الزجاجة مضغوطا بضغط عدة جواء وهو ضغط الانذريد كربونيك الشاغل للجزء العلوى من الزجاجة وبسبب عدم التوازن فى الضغط يتجه السائل فى الجهة التى ضغطها أقل فيخرج من المنقار فاذا تركت الرافعة ونفسها فان الزنبلك يرجع المكبس الى مكانه فتنقطع المواصلة بين خارج وداخل الزجاجة فلا يخرّج شئ من السائل وهكذا

(٧) السليسيوم والانذريد سليسيك

السليسيوم هو جسم بسيط لا يوجد فى الكون الا متحدا وعديم

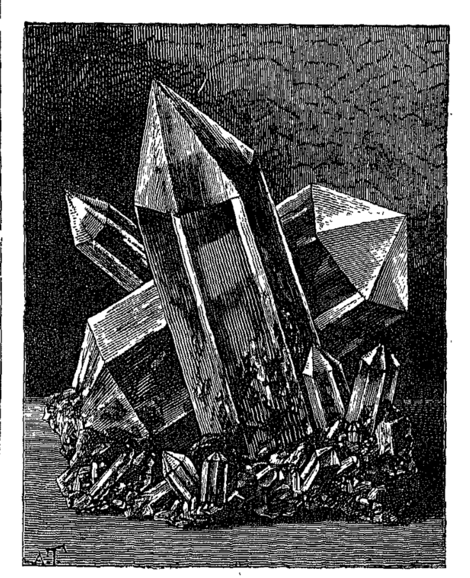
الشكل البلورى منه يكون مسحوقا لونه أسمر داكن يقع الاصابع كالبلومباجينا ويحترق فى الهواء كاحتراق تراب الفحم فيترك باقيا أبيض ناتجا عن اتحاد السليسيوم بالاوكسيجين يسمى الاندريدسليسيك ويسمى أيضا بالسليس وباوكسيد السليسيوم وبحمض السليسيك

وأمكن تحضير السليسيوم فى هيئة صفيحات سود لماعة تشبه الجرافيت تحترق بعسر فى الاوكسيجين والمتبلور منه تكون بلوراته ابرية تتحد بالاوكسيجين بعسر

والاندريدسليسيك مركب من ذرة من السليسيوم وذرتين من الاوكسيجين أى ان تركيبه كتركيب الاندريد كربونيك سواء بسواء

ويوجد الاندريدسليسيك فى الطبيعة متبلورا بلورات جميلة جدا هى منشورات ذات ستة سطوح منتهية بهرمين وهذه المنشورات تسمى ((بالكورس)) وبحجر البلور وببلور الصخور

وهى كالمرسومة فى شكل ١٣ وتكون فى الغالب عديمة اللون



(شكل ١٣ بلاورات من الكورس)

صافية والجيد منها يستعمل فى الحلى وتعمل منها عدسات بسبب صلابتها وقد تكون ملوّنة بألوان مختلفة آتية لها من أكاسيد معدنية فيها فقد تكون ملوّنة بالسواد وقد تكون

ملوّنة

ملوّنة بالبنفسجي فتسمى بالكهركان وقد تكون ملوّنة بالصفرة فتسمى بالياقوت الأصفر الهندي وقد تكون ملوّنة بالوردي فتسمى ياقوت بوهيم وهو جميل لكنه نادر وقد تكون ملوّنة بالسنجابي المسود

ومن الكورس ما هو أحمر مائل للصفرة وهو الكورنالين ومنه ما هو أسمر برتقالي داكن وهو السردوان ومنه الاخضر التفاحي وهو الكريزوبراز

والعقيق نوع من السليس غير متبلور نصف شفاف تعمل منه أهوان لسحق الاجسام الشديدة الصلابة والصوان سليس ايدراتي (أي محتوٍ على الماء) يوجد في الطباشير ويستعمل لقدح الزند وكان يستعمل لالهاب بارود البندق

واليشب صوان شديد اللون وحجر المحك يشب لونه أسود شديد وهو حجر يستعمله الصواغ لمعرفة عيار الحلي بوجه التقريب والاوپال كورس ايدراتي أيضا يظهر فيه بصيص شديد عقب تعريضه للضوء

وحجارة الطواحين والسن صخور مكوّنة من سليس هلامي آتية

على سطح الارض من باطنها بمياه حارة وهى حجارة مندمجة صلبة ويوجد الكورس فى صخور الجرانيت فى شكل بلورات صغيرة وبتأثير المياه والتغيرات الجوية فى هذه الصخور تنحل مع الزمن فينفصل الكورس عن الميكا والفلدسبات المكونان معه للجرانيت ويقاوم هذه المؤثرات ويكون على هيئة زلط مختلف الاستدارة أو رمل دقيق مكوّن لاراض متسعة كما فى صحراء القطر المصرى

والرمال حبوب من الكورس متبلورة أو مستديرة باحتكاكها فى بعضها تستعمل فى صناعة البلور والفخار والمونة

والسليس هو جسم صلب لايذوب فى الماء ولا يتأثر بالحوامض الا بحمض واحد وهو حمض الفلور ايدريك يتحد بالقواعد وبالاكاسيد المعدنية فيكوّن أملاحا تسمى سليكات تكون عادة قابلة للصهر فتكوّن زجاجا شفافا عديم اللون أو متلونا بحسب طبيعة المعادن الداخلة فيها وجميع هذه السليكات لاتذوب الا السليكات البوتاسيوم والصوديوم والسليكات المحتوية على زيادة من البوتاسيوم أو الصوديوم والسليكات أكثر انتشارا من السليس ومنها ما هو مستعمل فى الحلى كالزمرد والزبرجد

وهما سليكات الالومنيوم والجلوسينيوم والاول متلوّن بأوكسيدا الكروم والثانى بأوكسيدا الحديد

ومنها الميكا وهى سليكات تكون شفافة متلوّنة كثيرا أوقليلا ومن أصنافها الميكا الورق وتسمى بزجاج المسكوف لاستعمالها فى تلك البلاد بدل الزجاج فى الشبابيك

ومنها الطلق وهو سليكات مغنيسيوم ويكون على هيئة أوراق رخوة قابلة للثنى تشبه الصابون ويستعمله الخياطون فى تخطيط الجوخ لقصه ومسحوقه الناعم يستعمل فى تسهيل دخول الارجل فى المداسات الجديدة

ومنها رغوة البحر وهى سليكات المغنيسيوم أيضا تعمل منها شبكات غالية الثمن

ومنها الحرير الصخرى وهو سليكات المغنيسيوم والكالسيوم وهو يكون خيوطا طويلة حريرية لينة تقاوم لهب التنانير قابلة للغزل

والفلدسبات هو سليكات الومنيوم وبوتاسيوم يوجد فى صخور الجرانيت ويفقد مافيه من البوتاسيوم ببطء بتأثير الرطوبة والاندريدكربونيك الموجودين فى الهواء فيستحيل الى سليكات

الومنيوم يسمى أيضا كولين ويستعمل فى صناعة الصينى

والطفل هو كولين غير نقى متلوّن بألوان مختلفة وأنواعـه عديدة

ومن أنواعه الطفل الفخارى ويستعمل فى صناعة الفخار الجيد

والطين المعروف بالابليز وهو طين يصير أحمر بالحرارة ويستعمل

لصناعة الفخار المعتاد والطين القناوى وتصنع منه القلال

القناوى المعروفة

وفى الصنائع تحضر سليكات بتسخين السليس مع قواعد فالبلور

سليكات يتحصل عليها بتسخين الرمل الابيض مع البوتاسا

والسلقون (أوكسيد الرصاص) والزجاج المعتاد سليكات

يتحصل عليها بصهر السليس مع كربونات أو كبريتات الصوديوم

والجير

(٨) مشابهات الكربون والسليسيوم

بين هذين العنصرين مشابهات عظيمة لان الكربون أنواع

ويكون اما متبلورا واما عديم الشكل البلورى وكذلك

السليسيوم والعنصران رباعيا الذرية أى ان الذرة من كل منهما

تحتاج فى تشبيعها بجسم آحادى الذرية الى أربع ذرات منه

والانديد كربونيك يشابه الانديد سليسيك لان الاول مركب

من اتحاد ذرة من الكربون بذرتين من الاوكسيجين والثانى مركب من اتحاد ذرة من السليسيوم بذرتين من الاوكسيجين الا أن الاول غازى والثانى صلب وترى هذه المشابهات أيضا بين بقية مركبات السليسيوم المتقابلة وقد رأينا ان للسليسيوم أنواعا تشابه الجرافيت أيضا

(٩) الازوت

هو جسم بسيط يوجد متحدا فى الحيوانات والنباتات ومنفردا فى الهواء فان كل مائة جسم من هذا الاخير تحتوى على ٧٩ جسما من الازوت فاذا حرق الفوسفور فى ناقوس مملوء بالهواء وموضوع على الحوض المائى فان الفوسفور يتحد بأوكسيجين الهواء ويستحيل الى حمض فوسفوريك يذوب فى الماء والغاز الباقى فى الناقوس يكاد يكون من الازوت وحده ولتحضيره نقيا عدة طرق منها تنفيذ الهواء فى أنابيب محتوية على حجر الخفاف المندى بحمض الكبريتيك وأخرى محتوية على قطع من البوتاسا والقصد من استعمال هذه الانابيب هو تجريد الهواء عما فيه من بخار الماء وحمض الكربونيك ثم ينفذ الهواء المنقى هكذا فى أنبوبة محتوية على النحاس مسخنة لدرجة الاحمرار

فيتحد أوكسيجين الهواء بالنحاس ويتكون أوكسيد النحاس ويخرج الازوت من الفتحة الثانية للانبوبة

والازوت هو غاز عديم اللون والرائحة والطعم كثافته ٠٫٩٧١٤ فهو أخف من الهواء فان كثافة الهواء تساوى واحدا واللتر الواحد من هذا الغاز يزن ١٫٢٥٧ جراما وذوبانه فى الماء قليل ولا تشتعل الاجسام فيه فاذا وضعت شمعة متقدة فيه فانها تنطفئ ومع ذلك فليس سما حيث انا وباقى الحيوانات نعيش فيه وهو غير صالح للتنفس وبذلك لا يصلح للحياة فاذا وضع حيوان فى جو منه فانه يموت مختنقا وذلك لعدم وجود الاوكسيجين وحكمة وجوده فى الهواء هو تلطيف فعل الاوكسيجين النقى ولا يعكر هذا الغاز ماء الجير وميله للاتحاد ضعيف

(١٠) النوشادر

هو جسم مركب من اتحاد الازوت بالايدروجين ويوجد بكمية صغيرة فى الهواء وفى ماء المطر ويتكون فى تقطير المواد العضوية تقطيرا جافا وفى تعفنها وفى التقطير الجاف للفحم الحجرى

ويرتبط الازوت بالايدروجين مباشرة فى أحوال معينة فيتكون النوشادر فاذا عومل الخارصين بحمض الازوتيك تكون

منهما ازوتات الخارصين وانفرد الايدروجين فيتحد جزء منه باوكسيجين حمض الازوتيك وبجزء آخر بازوته فيتكون الماء والنوشادر

٨ خ + ١٦ ز ا_٣ يد = ٨ خ (ز ا_٣)_٢ + ٨ يد_٢

خارصين   حمض ازوتيك   ازوتات خارصين   ايدروجين

٢ ز ا_٣ يد + ٨ يد_٢ = ٦ يد_٢ ا + ٢ زيد_٣

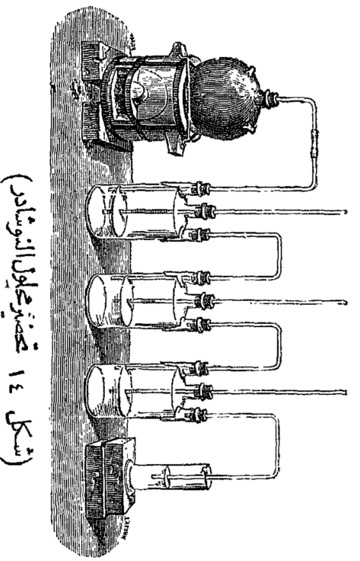
حمض ازوتيك   ايدروجين   ماء   نوشادر

ويتكون مقدار صغير منه فى تاكسد الحديد موضوعا فى الهواء الرطب

تحضيره - يحضر من ملح يسمى كلورور الامونيوم وهو ملح يتحصل عليه فى المعامل المعدة لتحضير غاز الاستصباح ويسمى أيضا كلورايدرات النوشادر وملح النوشادر

ولتحضير النوشادر من هذا الملح يسخن فى دورق أو آنية من الحديد مخلوط مكون من جزء من كلورايدرات النوشادر وجزئين من الجير والغاز المتصاعد يجنى فى مخبار على الحوض الزئبقى ويجفف غاز النوشادر بقطع من الجير التى توضع فى الدورق فوق المخلوط

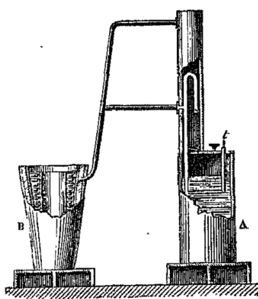
وللحصول على النوشادر محلولا فى الماء ينفذ الغاز المتصاعد من
الدورق فى أوان مستطرقة أى واصل بعضها الى بعض تسمى
باوانى ولف شكل ١٤ يمتلئ ثلثاها بالماء المقطر وتكون



(شكل ١٤ تحضير محلول النوشادر)

مغمورة فى الماء البارد ومحلول النوشادر يسمى بالنوشادر السائل
واذا كان نقيا فانه يتطاير من غير ان يترك باقيا

(أوصافه) - غاز النوشادر لا لون له رائحته نفاذة تحدث تدمع الاعين كثافته ٥٨٩ر، يسيل بتبريده على درجة ٤٠ - وبضغط يساوى ضغط الهواء عشرين مرة ويغلى الغاز الحال الى السيلولة على درجة ٣٨ - واذا كان الضغط الواقع عليه هو الضغط المعتاد استحال بسرعة الى غاز فيحدث انخفاضا عظيما فى درجة الحرارة وجهاز كاريه شكل ١٥ المستعمل لعمل الجليد مؤسس على هذه الخاصية ويتركب هذا الجهاز من قدر يتصل بقابلة بواسطة أنبوبة وفى الجزء العلوى من هذه القابلة تجويف معد لوضع أناء مملوء بالماء فيه ولتحضير الجليد بهذا الجهاز



شكل (١٥ جهاز كاريه)

يسخن القدر لدرجة ١٣٠ + بعد امتلاء ثلاثة ارباعه بمحلول النوشادر فيفقد المحلول النوشادرى مافيه من النوشادر فيتجه

المنفصل الى القابلة ولكونه لا يجد مسافة كافية لانتشاره يضغط على نفسه فيسيل ثم ترفع الحرارة ويبرد القدر بسرعة ومتى صارت درجة حرارة مائة الى الدرجة المعتادة فانه يذيب جزأ من غاز النوشادر الذى لم يسل فيخف الضغط الواقع على النوشادر السائل الموجود فى القابلة فيغلى فيستحيل الى غاز يذوب فى الماء وفى هذه الاستحالة من السيلولة الى الغازية يمتص كمية عظيمة من الحرارة وبسبب هذا الامتصاص يتجمد الماء وفى منتهى العمل يكون جميع ماسال من النوشادر استحال الى غاز ذاب فى الماء الموجود فى القدر وبذلك يكون الجهاز معدا الان يفعل به تجميد كمية ثانية من الماء وهكذا

وغاز النوشادر كثير الذوبان فى الماء فالحجم الواحد من الماء الذى فى درجة الصفر يذيب منه زيادة عن ألف حجم منه وذوبانه فى الماء يكون مصحوبا بارتفاع فى درجة حرارة السائل

ومحلول النوشادر هو سائل عديم اللون رائحته نفاذة قوية كرائحة الغازى منه يزرق ورقة عباد الشمس الحمراء وكثافة المحلول المشبع بغاز النوشادر على درجة الصفر ٠,٨٧ ويفقد

مافيه من النوشادر على درجة غليان الماء ولا يستمر احتراق غاز النوشادر الا في الاوكسيجين واما في الهواء فاحتراقه صعب واذا نفذ في أنبوبة من الصيني مسخنة لدرجة الاحمرار تحلل الى أيدروجين وأزوت والكلور يحلله ويتحد بما فيه من الايدروجين ويتكون حمض كلورايدريك فينفرد الازوت ويتحد ما تكون من حمض الكلورايدريك بجزء من النوشادر الذي لم يتحلل فيكون كلورايدرات النوشادر ويتحد النوشادر بالحوامض فتتكون أملاح مماثلة لاملاح البوتاسيوم والنوشادر سم شديد

(١١) حمض ازوتيك

ويسمى أيضا بالماء الشديد وبحمض النتريك

الازوت يكون عدة مركبات أوكسيجينية منها ما هو مركب من ذرتين من الازوت وذرة من الاوكسيجين ز٢ ا ويسمى بالاوكسيد أزوتوز وبأول أوكسيد الازوت ومنها ما هو مركب من ذرتين من الازوت وذرتين من الاوكسيجين ز٢ ا٢ ويسمى أوكسيد أزوتيك أو ثاني أوكسيد ومنها ما هو مركب من ذرتين

من الازوت وثلاث ذرات من الاوكسيجين ز٢ ا٣ ويسمى بالاندريد أزوتوز ومنها ماهو مركب من ذرتين من الازوت وأربع من الاوكسيجين ز٢ ا٤ ويسمى بالاندريد تحت أزوتيك وبفوق أوكسيد الازوت ومنها ماهو مكون من ذرتين من الازوت وخمس ذرات من الاوكسيجين ز٢ ا٥ ويسمى بالاندريد أزوتيك ومنها ماهو مكون من ذرة من الازوت وثلاث ذرات من الاوكسيجين وذرة من الايدروجين ز ا٣ يد وهو حمض الازوتيك

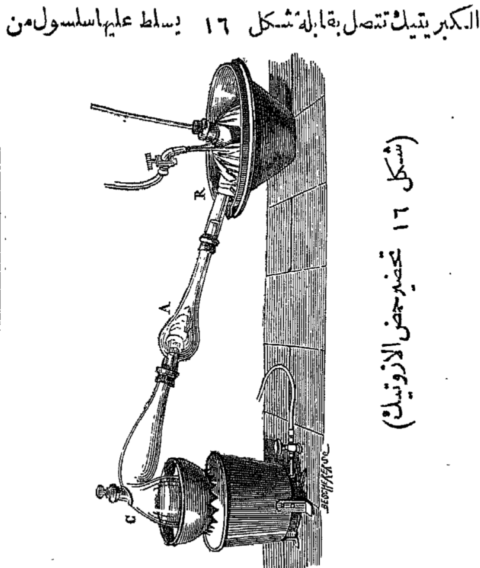
ولا يوجد هذا الحمض منفردا الا نادرا وهو كثير الوجود متحدا فيوجد متحدا مع البوتاسيوم مكونا لملح يدخل في تركيب البارود يسمى بملح البارود وبأزوتات البوتاسيوم ويوجد متحدا مع الصوديوم مكونا لملح يسمى أزوتات الصوديوم وتوجد هذه الازوتات في الاراضي وفي المباني القديمة ومنشأ وجودها هو التأكسد البطيء للنوشادر في الهواء وتأكسد أزوت الهواء بتأثير حيوانات دقيقة توجد في الارض وفي البيرو والهند توجد أغوار من الارض ممتلئة بأزوتات الصوديوم

تحضيره — يحضر هذا الحمض من تسخين أزوتات الصوديوم مع

حمض الكبريتيك فينفصل هذا الاخير حمض الازوتيك ويحل محله فيتكوّن كبريتات الصوديوم وحمض الازوتيك المتصاعد يتطاير ويتكاثف بتبريده

٢ ز ا$_{٣}$ ص + كب ا$_{٤}$ يد$_{٢}$ = كب ا$_{٤}$ ص$_{٢}$ + ٢ز ا$_{٣}$ يد

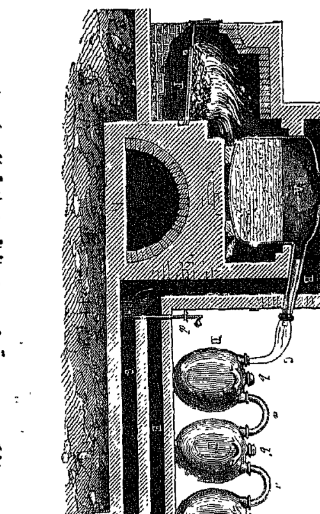
وتفعل العملية فى معوجة يوضع فيها ملح البارود وحمض الكبريتيك تتصل بقابلة شكل ١٦ يسلط عليها سلسول من



(شكل ١٦ تحضير حمض الازوتيك)

الماء البارد وفيها يتكاثف حمض الازوتيك

وفى الصنائع يحضر من تحليل أزونات الصوديوم بحمض الكبريتيك فى قدور من الحديد الزهر موضوعة فى أفران مخصوصة ومتصلة بقوابل من الفخار موضوعة خارج الفرن وفيها يتكاثف الحمض شكل ١٧



(شكل ١٧ تحضير حمض الازوتيك فى الصنائع)

(أوصافه) حمض الازوتيك الخالى عن الماء سائل يكون عديم

اللون اذا كان نقيا ومتلونا بالصفرة اذا كان غير نقى كالموجود
فى المتجر وينتشر من هذا الحمض بخار كثيف أبيض ولذلك يسمى
بالحمض المدخن ويتحلل بالضوء بطيئا الى ماء وأزوت وأبخرة
نتروزية تذوب فيه فتلونه بالصفرة ويتحلل منه أيضا جزء قليل
بالتقطير ويغلى على درجة ٨٦ مئينية ويصل الى ٤٨٫٥
من أريومتر بوميه ويذوب فى الماء والحمض المائى هذا لا يغلى
الا على درجة ١٢٦ ويصل الى ٤٣° من أريومتر بوميه
وحمض الازوتيك المتجرى المعتاد لا يصل الا الى ٣٦ من
اريومتر بوميه وهو جسم مؤكسد شديد يحيل الكبريت
الى حمض كبريتيك والفوسفور الى حمض فوسفوريك والزرنيخ
الى حمض زرنيخيك ويذيب الزئبق والنحاس والفضة اذا كان
مركزا فيكون أزوتات وتتصاعد أبخرة نارنجية من فوق
أوكسيد الازوت ولا يؤثر فيهما اذا كان مخففا والحديد يذوب
فى المخفف بالماء من هذا الحمض ولا يذوب فى الحمض المدخن واذا
وضع الحديد فى الحمض المخفف بعد وضعه فى الحمض المدخن
فانه لا يتأثر به فاذا مس الحديد بسلك من البلاتين أو الفضة

أو النحاس تأثرفتتكوّن أزوتات الحديد وتتصاعد أبخرة نتروزية ولا يؤثر فى البلاتين ولا الذهب ويؤثر حمض الازوتيك بشدة فى المواد العضوية فيلونها بالصفرة ويتلفها واذا خلط بحمض الكلورايدريك تصاعد الكلور ومخلوط هذين الحمضين يذيب البلاتين والذهب ملك المعادن ولذلك يسمى هذا المخلوط بالماء الملكى فيستحيل الذهب بتأثيره الى كاورور الذهب والبلاتين الى كاورور البلاتين

ويستعمل هذا الحمض فى تحضير القطن البارودى وفى تنظيف النحاس الاصفر والبرنز وفى تحضير حمض الاوكساليك وحمض الكبريتيك وفى النقش على الصلب والنحاس .

(١٢) الفوسفور

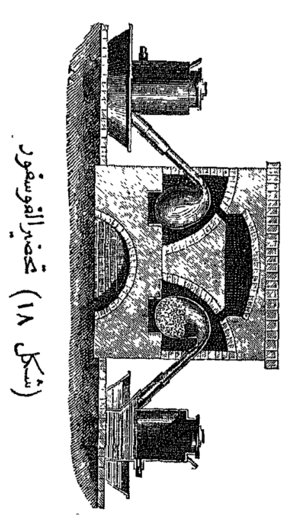
هذا الجسم لا يوجد فى الكون منفردا ويكثر وجوده فى العظام متحدا بالاوكسيجين والكالسيوم على حالة فوسفات الكالسيوم ومقدار هذه الفوسفات فى العظام هو من ٤٠ الى ٦٠ فى المائة ويوجد أيضا فى الاسنان وفى بزور النباتات خصوصا الحنطة ويدخل فى تركيب المادة النخاعية للحيوانات الفقرية

ويوجد

ويوجد على حالة فوسفات الجير أيضا فى الاراضى الزراعية والنباتات تمتص من الموجود من هذه الفوسفات فى الارض مقادير عظيمة ومنشأ وجوده فى الحيوانات النباتات التى تتغذى بها

وكان الفوسفور يستخرج قديما من البول والآن يستخرج من عظام الحيوانات فيبتدأ بتكليسها على مصبع ولهذا يكفى وضع النار تحت كمية العظام المراد تكليسها فيحصل الاحتراق ويتم من نفسه لان المادة الدهنية الموجودة فى العظام تصهر ثم تحترق وبعد أن يتم تكليسها تسحق فيتحصل على مسحوق مبيض يعامل بحمض الكبريتيك ليذوب كربونات الجير الموجود فى العظام فيتكوّن كبريتات الجير أما فوسفات الجير فيذوب فيما زاد من حمض الكبريتيك فيرشح السائل ويصعد فى أوان من رصاص والباقى بعد التصعيد يخلط بالفحم ويوضع فى معوجات من الطفل تسخن فى أفران مخصوصة فيتصاعد الفوسفور على هيئة بخار يتكاثف تحت الماء فى أوان موضوعة خارج

الفرن ممدة متصلة بأعناق المعوجات شكل ١٨



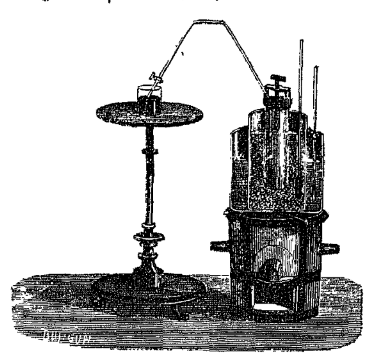
شكل ١٨ (تحضير الفوسفور)

وينقى الفوسفور بعصره فى ماء مغلى موضوع فى قدر قاعه
مصنوع من حجر مسامى ثم يضغط على سطح هذا الماء بالبخار
فيمر الفوسفور بسبب هذا الضغط من مسام قاع القدر
والفوسفور جسم صلب رخو عديم اللون أو متلون خفيفا
بالصفرة ذو هيئة شمعية أثقل من الماء رائحته مخصوصة تقرب

من رائحة الثوم لا يذوب فى الماء قليل الذوبان فى الكؤل كثيره فى كبريتور الكربون يلتهب بسهولة على درجة ٦٠ + و يصهر على درجة ٤٤ + وأهم صفاته هو انتشار ضوء منه حال اتحاده بالاوكسيجين ولذا اذا عرضت قطعة منه للهواء فانه يشاهد انتشار ضوء منها واتحاده بالاوكسيجين يكون مصحوبا بانتشار حرارة قوية والمعرض منه للهواء يسخن تدريجا بسبب اتحاده بالاوكسيجين فاذا استمر ملامسا للهواء انتهى بالالتهاب فيلتهب بلهب شديد البياض و ينتشر منه دخان كثيف آت من حمض الفوسفوريك و بسبب شدة ميله للاوكسيجين لا يحفظ الا تحت الماء وهو سم شديد ولا يعرف جسم يضاد التسمم به الا عطر التربنتينة والحروق الناشئة عن هذا الجسم تكون مؤلمة لان الجسم الذى يتولد من احتراق هذا العنصر أى حمض الفوسفوريك كاوشديد يؤثر فى الانسجة الحيوانية بشدة

واذا عرض الفوسفور هذا و يسمى (بالفوسفور المعتاد) للاشعة الشمسية مباشرة يصير شيأ فشيأ أحمر و يسمى حينئذ (بالفوسفور الاحمر) وتحصل استحالة الفوسفور المعتاد الى فوسفور أحمر بتعريضه أيضا بعض ساعات لحرارة درجتها بين ٢٣٠ و ٢٥٠

فى جوّ خال عن الهواء بالكلية وهكذا يحضر فى الصنائع فيستعمل جهاز شكل ١٩ وهو مركب من أناء محكم الغلق فيه الفوسفور



(شكل ١٩) جهاز تحضير الفوسفور الاحمر

وهذا الاناء موضوع فى حمام رملى موضوع فى حمام من مخلوط معدنى تكون حرارته بين ٢٣٠ و ٢٥٠ وفى الجزء العلوى للاناء المذكور أنبوبة ذات حنفية ينغمر طرفها فى آنية مملوءة بالزئبق وهو معد لمنع دخول الهواء أما الانبوبة فمعدة لخروج ما يتصاعد من الغازات ومتى انقطع تصاعد الغازات تغلق الحنفية خشية دخول الزئبق

والفوسفور الاحمر لا يشابه الفوسفور المعتاد فى شئ الا فى كونهما

عنصرا واحدا وهو ليس متحصل اتحاد ولا نتيجة تحليل فمن عشرة جرامات من الفوسفور المعتاد يتحصل على عشرة جرامات من الفوسفور الاحمر ومن عشرة جرامات من فوسفور أحمر يتحصل على عشرة جرامات من فوسفور معتاد و يستحيل الفوسفور الاحمر بتأكسده الى حمض فوسفوريك كما يستحيل الفوسفور المعتاد بتأكسده غير ان تأكسد الاول يحصل بصعوبة فمادة الجسمين اذن واحدة وانما يختلفان عن بعضهما فى كيفية اجتماع ذرات جزيئاتهما وبسبب هذا الاختلاف تخالفت صفاتهما فلا رائحة للفوسفور الاحمر ولا يذوب فى كبريتور الكربون ولا يتأكسد فى الهواء وحينئذ فلا ضرورة لحفظه تحت الماء ولا يضىء فى الظلمة ولا يلتهب بالاحتكاك كما يحصل ذلك من الفوسفور المعتاد ولاجل ان يلتهب يلزم تسخينه على درجة حرارة ٢٦٠+ وهى درجة يستحيل عليها الفوسفور الاحمر الذى ليس مسما الى مسم وهو الفوسفور المعتاد

وأهم استعمال الفوسفور فى الصنائع هو تحضير الاعواد المعروفة (بالاعواد الكبريتية) وعملها ينحصر فى تغطية طرف أعواد من

الخشب سهلة الاحتراق بطبقة من الكبريت المصهور ابتداء ثم بعجينة من الفوسفور والصمغ أو نحوه من مادة تمنع التهاب الفوسفور فى الهواء من نفسه محتوية على قليل من الرمل فباحتكاك طرف الخشب يلتهب الفوسفور فيلهب الكبريت وهذا يلهب الخشب

وفى استعمال الاعواد الكبريتية هذه مضار فتحضيرها مضر بصحة العملة الذين يشتغلونها وتسبب عندهم تسمما وتحدث حرائق بسبب سهولة التهاب عجينة الفوسفور الداخلة فيها وهى بين أيدى جميع العالم مع أنها من الاجسام الشديدة الفعل ولذلك كان حصول التسمم بهذا الجسم ليس نادرا ((فالاحتراس الاحتراس من وضع هذه الاعواد فى الفم لانها ربما اهلكت من وضعت فى فمه))

وباستكشاف الفوسفور الاحمر امكن الحصول على أعواد كبريتية خالية من مضار الاعواد السالفة الذكر فهذه الاعواد لم تكن مغطاة الا بعجينة من كبريتور الانتيمون وكاورات

البوتاسيوم وهى لا تلتهب الا اذا حكت على سطح مغطى بمخلوط من الفوسفور الاحمر وكبريتور الانتمون وكبريتور الحديد وهذا الاخير يكون مسحوقا سحقا غير تام ومع كون هذه الاعواد خالية عما فى الاخرى من المضار لم ينتشر استعمالها الآن كمال الانتشار

والفوسفور يكون باتحاده مع العناصر الاخر عدة مركبات منها الايدروجينات المفسفرة أحدها مكون من ذرة من الفوسفور وثلاث ذرات من الايدروجين فو يد٣ والثانى من ذرتين من الفوسفور وأربع ذرات من الايدروجين فو٢ يد٤ والثالث من ذرتين من الفوسفور وذرتين من الايدروجين فو٢ يد٢ والاول غازى والثانى سائل والثالث صلب والايدروجين المفسفر السائل يشتعل من نفسه بملامسته للهواء وهذه الايدروجينات تتكون من تحليل المواد العضوية الفوسفورية وهى سبب النيران الطيارة التى تخفق وترفرف على القبور فى الجبانات وفى ميادين القتال فما هى الا ايدروجينات مفسفرة آتية من تحليل

المواد العضوية المدفونة في هذه الاماكن تشتعل كلما تولدت
بسبب وجود الايدروجين المفسفر السائل فيها

(١٣) الزرنيخ

هذا العنصر معروف من قديم ويوجد منفردا في الكون ومتحدا
مع الكبريت أي على حالة كبريتور وهذا الكبريتور اما مكوّن
من ذرتين من الزرنيخ وذرتين من الكبريت ز$_{٢}$ كب$_{٢}$ ولونه
أحمر ويسمى بالرهج الاحمر واما ان يكون مكونا من ذرتين من
الزرنيخ وثلاثة من الكبريت ز$_{٢}$ كب$_{٣}$ ولونه أصفر ويسمى
بالرهج الاصفر ومعظم وجود الزرنيخ يكون على حالة اتحاد مع
الحديد والكبريت مكوّنا الكبريتوزرنيخورا الحديد
والزرنيخ جسم صلب لونه سنجابي يشبه الصلب لماع متبلور
يتطاير بالحرارة من غير أن يصهر لا يذوب في الماء ولا يتغير في الهواء
الجاف ومسحوقه اذا ندى بالماء يتاكسد شيأ فشيأ فيستحيل الى
أندريد زرنيخوز واذا سخن في الهواء الجاف على درجة الاحمرار
احترق بلهب مزرق مع انتشار رائحة ثومية ونتيجة الاحتراق
هي تكوّن الاندريد زرنيخوز ويتحد الزرنيخ مباشرة بالكلور

والبروم واليود وحمض الازوتيك يحيله الى حمض زرنيخيك
وكذلك الماء الملكي

ويكون الزرنيخ باتحاده مع الايدروجين مركبات ايدروجينية
يعرف منها اثنان أحدهما مركب من ذرة من الزرنيخ وثلاثة من
الايدروجين ز يد_{3} ويسمى بالايدروجين المزرنخ الغازي
والثاني مركب من ذرتين من الزرنيخ وذرتين من الايدروجين
$\text{ز}_{2}\text{يد}_{2}$ ويسمى بالايدروجين المزرنخ الصلب

ويتحصل على الايدروجين المزرنخ الغازي مخلوطا بالايدروجين
في جميع الاحوال التي يكون فيها حمض الزرنيخوز أو الزرنيخيك
في جهاز يتصاعد منه الايدروجين فجزء من الايدروجين يتحد
باوكسيجين الحمض الزرنيخي وآخر يتحد بالزرنيخ

$$\text{ز}_{2}\text{ا}_{3} + \text{يد}_{12} = ٣\,\text{يد}_{2}\text{ا} + ٢\,\text{ز يد}_{3}$$

أندريد زرنيخوز   ايدروجين   ماء   ايدروجين مزرنخ

وهو غاز عديم اللون رائحته كريهة مقيئة سم شديد مات
باستنشاق بعض فقاعات منه الكيماوي جهلن يتحلل بالحرارة

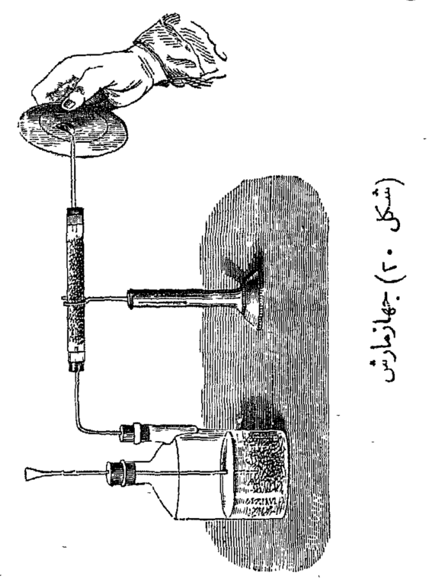
فاذا انفذ فى أنبوبة مسخنة لدرجة الاحمرار فان عناصره تنفصل عن بعضها (فيقال انه حصل انحلال) فيتصاعد الايدروجين ويرسب الزرنيخ فى الجزء البارد من الانبوبة

وبالهابة يحترق فيكون الماء والاندريد زرنيخوز وفى الجزء المركزى من اللهب أى فى الجزء غير الملامس للهواء مباشرة تكون درجة حرارة الايدروجين المزرنخ مرتفعة بسببها يحصل الانحلال فيه وبذلك يكون فى مركز اللهب زرنيخ على حالة بخار يتأكسد كلما وصل لدائرة اللهب فاذا كسر اللهب بجسم بارد كصحن من الصينى فان الزرنيخ البخارى يتكاثف عليه بسبب برودته فتتكون بقع سود لماعة

وتكوين الايدروجين المزرنخ بتأثير الايدروجين الحديث فى المركبات الزرنيخية الاوكسيجينية وانحلاله بالحرارة الى عناصره من التفاعلات المهمة اذ عليه اسس كشف المركبات الزرنيخية فى أحوال التسمم ولهذه الغاية يستعمل جهاز يسمى بجهاز مارش نسبة لمخترعه وهو آنية ذات فتحتين يوضع فيها الخارصين والماء موفق على احدى فتحتيها أنبوبة معدة لادخال حمض الكلورايدريك أو الكبريتيك وادخال المحلول المراد كشف

المركب

المركب الزرنيخي فيه وعلى الفتحة الثانية تركب انبوبة محتوية على القطن المندوف أو الحرير الصخري ليتجرد الايدروجين المزرنخ المار فيها عما يجذبه من النقط المائية شكل ٢٠



(شكل ٢٠) جهاز مارش

وينتهي طرف هذه الانبوبة بفتحة مستدقة يلهب عندها ما يتكوّن من الايدروجين المزرنخ فيبدأ بصب الحمض على

الخارصين من الانبوبة المعدة لذلك وبعد زمن كاف لان يطرد الايدروجين المتصاعد مافى باطن الجهاز من الهواء يلهب الايدروجين المتصاعد من الفتحة المستدقة وبدون هذا الاحتراس تحصل فرقعة ربما تسبب عنها تهشم الجهاز وجرح العامل اذلو حصل التهاب الايدروجين المتصاعد قبل طرد الهواء بالكلية فانما يلهب مخلوط من الايدروجين والهواء وهو مخلوط مفرقع وبعد الهاب الايدروجين يصب باحتراس فى باطن الجهاز المحلول المراد كشفه ويكسر اللهب بنحو صحن من الصينى فيتحصل على بقع سودان كان المحلول محتويا على الزرنيخ

(١٤) الاندريدزرنيخوز

ويسمى أيضا بحمض الزرنيخوز وبالزرنيخ الابيض وبالزرنيخ وبسم الفار وهو جسم مركب من ذرتين من الزرنيخ وثلاث ذرات من الاوكسيجين ر$_2$ ا$_3$ يحضر فى الصنائع بتحميص كبريتور زرنيخور الحديد فى أفران مخصوصة فيتأكسد الزرنيخ ويتكاثف بخار الاندريدزرنيخوز المتكون فى قاعات منقسمة بحواجز فى هيئة مسحوق أبيض ينقى بتساميه أى تقطيره جافا

على حرارة مرتفعة فى اسطوانات من حديد ويتكاثف فى القوابل فى هيئة كتل صلبة زجاجية نصف شفافة أو شفافة وبعد زمن تصير هذه الكتل معتمة هيئتها كهيئة الصينى لتغير يحصل فى وضع جزيئاتها بسببه يصير هذا الجسم متبلورا بعد ان كان غير متبلور والمتبلور اما ان يكون فى الشكل ذى الثمانية سطوح وإما فى شكل المنشور القائم ذى القاعدة المعينية والاندريد زرنيخوز قليل الذوبان والزجاجى منه أكثر ذوبانا فى الماء من الصينى

والاندريد زرنيخوز كالاندريد كبريتوز حمض ان كان مذابا فى الماء غير أنه اذا أريد فصل الحمض من محلوله فلا يتحصل الا على الاندريد لعدم ثبات الحمض ومحلول الاندريد زرنيخوز ذو طعم مهوع يحمر ورقة عباد الشمس الزرقاء تحميرا خفيفا والمضاف اليه قليل من حمض الكلور ايدريك يرسب بغاز الايدروجين المكبرت راسبا أصفر هو كبريتور الزرنيخ

والاجسام المؤكسدة كحمض الازوتيك تحيله الى حمض زرنيخيك ر ا يد ومحلوله اذا عومل بالنوشادر أو البوتاسا الى أن يتعادل
٣ ٤

يرسب بأملاح النحاس راسبا أخضر هو زرنيخيت النحاس ويسمى بخضرة شيل

والاندريد زرنيخوز كجميع المركبات الزرنيخية سم شديد ويعالج المتسمم به بإعطاء أوكسيد الحديد الايدراتى ثم احداث القىء

(١٥) الانتيمون

يوجد أحيانا على حالة الانفراد وأغلب وجوده يكون متحدا مع الكبريت مكونا لكبريتور ويسمى عند المعدنجية بالاستيبين ومنه يستخرج الانتيمون فى بلاد السويد والساكس وانجلترا وفرانسا وذلك بتحميص الاستيبين فى الهواء فيتأكسد جزء من الكبريت المتحد مع الانتيمون فيتكون الاندريد كبريتوز الذى يتصاعد ويتأكسد جزء من الانتيمون ويتحد بكبريتور الانتيمون الباقى من غير تأكسد فيكون أوكسى كبريتور الانتيمون وهذا يحال بكربونات الصوديوم والفحم

والانتيمون هو جسم صلب ذو لمعان فلزى لونه أبيض نسيجه صفيحى سطحه فى هيئة ورق السرخس وهو هش ينسحق بسهولة يصهر على درجة ٤٥٠+ ولا يتأكسد فى الهواء على

الدرجة المعتادة و يتأكسد على درجة صهره فينتشر منه بخار أبيض كثيف هو أوكسيد الانتيمون ن$_{٢}$ ا$_{٣}$

و يتحد بالكلور والبروم واليود مباشرة وحمض الازوتيك لا يذيبه وانما يحيله الى جسم يسمى بحمض الميتا انتيمونيك ن$_{٢}$ ا$_{٦}$ يد$_{٢}$

ويستعمل هذا الجسم فى عمل مادة أحرف الطبع فهى مكونة من ٢٠ جزأ منه ومن ٨٠ من الرصاص

(٢٦) مشابهات عناصر فصيلة الازوت

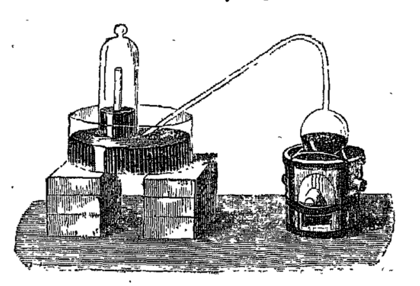
بين أجسام هذه الفصيلة مشابهات واضحة وهى أن الازوت غازى والفوسفور والزرنيخ والانتيمون أجسام صلبة والفوسفور يصهر على درجة ٤٤ + والزرنيخ يصهر على درجة ١٨٠ والانتيمون على درجة ٤٥٠ وذرة كل عنصر من هذه الفصيلة تزيد فى الوزن عن ذرة العنصر الذى قبله وكذلك كثافة كل عنصر تزيد عن كثافة ما قبله فوزن ذرة الازوت ١٤ والفوسفور ٣١ والزرنيخ ٧٥ والانتيمون ١٢٢ وكثافة الفوسفور ١٫٨ والزرنيخ ٥٫٧ والانتيمون ٦٫٨

وكلها تتحد بالايدروجين فتكون مركبات علاماتها الكيماوية ز يد$_{٣}$ و فو يد$_{٣}$ و ر يد$_{٣}$ و ن يد$_{٣}$ فعناصر هذه الفصيلة وان

كانت خماسية الذرية تعمل عمل ثلاثيها ومركباتها الاوكسيجينية متشابهة أيضا فيعرف لها أندريدات متشابهة التركيب

(١٧) الهواء الجوى

سطح الكرة الارضية مغلف بطبقة غازية هى الهواء الجوى وكان الهواء معدودا من الاجسام البسيطة حتى مع ملاحظة كثير من العلماء من ابتداء القرن التاسع أن بعض المعادن (خصوصا الرصاص والقصدير) اذا ترك زمنا مصهورا فى الهواء يزداد وزنا ولم يزل أى الهواء مجهول التركيب الى أن أبانه لافوازييه بتجربة بديعة فعلها فى شهر نوفبر سنة ١٧٧٤ م وهو أنه أخذ مقدارا من الزئبق ووضعه فى دورق شكل ٢١



(شكل ٢١ تجربة لافوازييه)

ألحم على فوهته أنبوبة منحنية ينفتح طرفها فى ناقوس مملوء بالهواء
منكس على الحوض الزئبق ثم وضع الدورق على فرن وسخنه مدة
اثنى عشر يوما على درجة حرارة تقرب من درجة غليان الزئبق
وقد كان لافوازييه عين حجم الهواء ووزن الزئبق قبل تسخينه
فشاهد أن سطح الزئبق تغطى بقشرة حمراء محببة تأخذ فى
الازدياد وأن حجم الهواء يأخذ فى النقصان وفى ختام الاثنى عشر
يوما لاحظ عدم حصول ازدياد القشرة وعدم حصول نقصان فى
الهواء المحبوس فى الناقوس فرفع الحرارة عن الدورق وعين حجم
الهواء الباقى فى الناقوس فكان تقريبا $\frac{4}{5}$ ماكان قبل
التسخين وفاقدا لخواص الهواء فاذا وضع فيه حيوان صغير
يهلك فى بعض لحظات واذا وضع فيه جسم مشتعل طفئ كانه وضع
فى ماء فأخذ لافوازييه المادة الحمراء التى تكونت فى الدورق وبعد
أن وضعها فى معوجة متصلة بانبوبة معدّة لتوصيل مايمكن
تصاعده من الغاز لمخبار مملوء بالزئبق منكس على حوض زئبقى
وسخن المعوجة على درجة الاحمرار المعتمة شاهد أن حجم هذه المادة
قل شيأ فشيأ وانتهت بالزوال وفى الوقت عينه شاهد تكاثف
الزئبق فى الجزء البارد من الجهاز وتصاعد غاز فى المخبار حجمه
هو عين الذى نقصه الهواء فى تجربته الاولى أى $\frac{1}{5}$ حجم ماكان

فى الهواء من الناقوس أما وزن الزئبق فكان عين وزن الزئبق
الذى استحال فى العملية الى مادة حمراء والغاز الذى تصاعد فى
المخبار فى هذه العملية كان صالحا للاحتراق فاذا وضع فيه شمعة
متقدة فانها تحترق بلمعان واذا وضع فيه قطعة من الفحم المتقد
فانها تحترق فيه بضوء شديد وتزول بسرعة ولما مزج لافوازييه
الغاز الباقى فى الناقوس فى عملية تسخين الزئبق بالمتحصل من
المسحوق الاحمر مستعملا المقادير التى تحصل عليها أى $\frac{4}{5}$ من
الاول و $\frac{1}{5}$ من الثانى تحصل على غاز صالح للاحتراق تحترق فيه
الاجسام كما تحترق فى الهواء أى انه تحصل على الهواء الجوى
واذن فالهواء ليس بجسم بسيط فهو مركب من جسمين غازيين
مختلفين أحدهما صالح للاحتراق وهو الاوكسيجين والثانى
غاز لا يصلح للاحتراق وهو الازوت

ولم يستدل من تجربة لافوازييه على نسبة مقدار هذين الغازين
لبعضهما بالدقة ولذلك استعملت طرق بعضها يعلم منها هذه
النسبة بالحجم وبعضها بالوزن

منها طريقة الفوسفور على البارد وهى ان يدخل فى ناقوس مدرج
منكس على الماء حجم معلوم من الهواء وقضيب من الفوسفور

فبعد مضى بعض ساعات يتأكسد الفوسفور ببطء بامتصاصه لاوكسجين الهواء فلا يبقى الا الازوت فيقاس حجمه و بطرحه من حجم الهواء يعرف حجم الاوكسجين الذى امتص

ومنها طريقة الفوسفور على الحار وهى أن تسخن قطعة من الفوسفور فى ناقوس منحن شكل ٢٢ منكس على الزئبق محتو على حجم معين من الهواء فيحصل امتصاص الاوكسجين فى الحال و بتعين حجم الغاز الباقى فى الناقوس بعد تسخين الفوسفور وطرحه من حجم الهواء الذى كان فيه يتحصل على حجم الاوكسجين



(شكل ٢٢)

ومنها طريقة حمض البيروجاليك (وهو جسم صلب متبلور أبيض يتحصل عليه فى الصنائع بتقطير خلاصة العفص تقطيرا جافا ومحلوله يمتص أوكسجين الهواء فى حالة وجود البوتاسا) وهى أن يدخل فى أنبوبة مدرجة منكسة على الزئبق حجم معلوم من الهواء ثم محلول حمض البيروجاليك والبوتاسا فبعد زمن يمتص

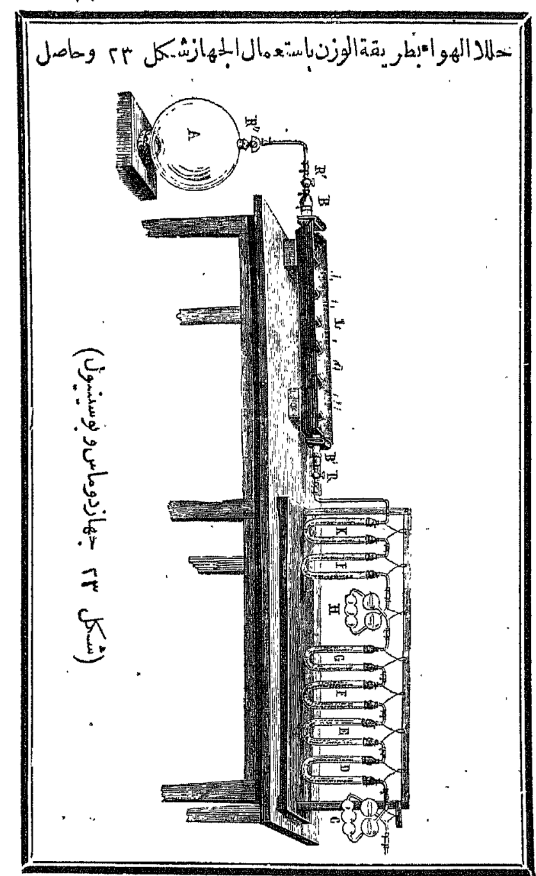
الاوكسيجين فيعين حجم الازوت أى الغاز الباقى فى الانبوبة ومنه يعرف حجم الاوكسيجين بطرحه من حجم الهواء

ومنها طريقة الايديومتر وهى ان يدخل فى الايديومتر وهو منكس على الزئبق حجوم معينة من الهواء وأخرى من الايدروجين وليكن مائة حجم من الهواء ومائة من الايدروجين ثم يمرر فى المخلوط الشرر الكهربائى وذلك بتوصيل سلكى الايديومتر بملف رومكورف فبتأثير الشرر الكهربائى يتحد أوكسيجين الهواء بالايدروجين فيكون الماء فيقل حجم الغاز ويرتفع الزئبق فى الايديومتر ولا يبقى فى هذا الاخير الا الازوت ومازاد من الايدروجين عن الاتحاد ويشاهد أن الباقى فى الايديومتر من الغاز هو ١٣٧٫٢١ حجما أى أنه زال ٦٢٫٧٩ حجما فى تكوين الماء وحيث ان الماء مكون من حجمين من الايدروجين وحجم من الاوكسيجين فيكون ٦٢٫٧٩ حجما من الغاز الذى زال تحتوى على ٤١٫٨٦ حجما من الايدروجين و ٢٠٫٩٣ حجما من الاوكسيجين وهذه الاخيرة كانت موجودة فى مائة حجم من الهواء

فمن هذه الطرق تبين أن كل مائة حجم من الهواء مكونة من ٧٩ حجما من الازوت و ٢١ من الاوكسيجين

ومنها طريقة دوماس وبوسينيول نسبة لهذين الفاضلين فانهما

تحليل الهواء بطريقة الوزن باستعمال الجهاز شكل ٢٣ وحاصل



(شكل ٢٣ جهاز دوماس وبوسينيو)

هذه الطريقة ان تملأ بخراطة النحاس أنبوبة من زجاج صعبة
الاصطهار طرفاها ينتهيان بحنفيتين ثم توزن بعد عمل الفراغ فيها
ويوفق على أحد طرفيها دورق من زجاج سعته من ١٦ الى ٢٠
لتراً ويوزن بعد عمل الفراغ فيه ويوفق على الطرف الآخر عدة
أنابيب فى شكل U وأنابيب ليبج بعضها محتوعلى حجر الخفاف
المندى بحمض الكبريتيك لامتصاص بخار الماء والبعض الآخر
على البوتاسا لامتصاص الانديدكربونيك وتسخن الانبوبة
المحتوية على النحاس الى درجة الاحمرار ثم تفتح الحنفيتان
الموجودتان فى طرف الانبوبة بحيث يمر تيار بطىء من الهواء
ليشغل المسافات الحاصل فيها الفراغ فيمر الهواء من الانابيب
فيتجرد عما فيه من بخار الماء والانديدكربونيك وبوصوله
للنحاس المسخن لدرجة الاحمرار يترك له اوكسيجينه فلا يبقى
فى الانبوبة والدورق الا الازوت فيوزن الدورق ثم الانبوبة
ممـلوءين بالازوت فمازاده الدورق من الوزن هو وزن ما ملؤه
من الازوت ومازادته الانبوبة من الوزن هو وزن ما ملؤها من
الازوت وما اتحد بالنحاس من الاوكسيجين فيفرغ منها
الازوت بواسطة الآلة المفرغة وتوزن فالفرق بين الوزنين هو وزن

ما كان فيها من الازوت فيضاف الى وزن الازوت الموجود فى الدورق والفرق بين وزن الانبوبة قبل العمل وبعده خالية عن الازوت هو وزن ما اتحد بالنحاس من الاوكسيجين وبهذه الطريقة كانت النتيجة أن الهواء مكوّن بالوزن من

أوكسيجين ٢٣
أزوت ٧٧

فالهواء الجوّى اذاً مكون بالحجم من ٢١ حجما من الاوكسيجين و ٧٩ حجما من الازوت وبالوزن من ٢٣ من الاوكسيجين و ٧٧ من الازوت

وتركيب الهواء فى الازمان والارتفاعات والبلاد على اختلافها واحد وهذا كان سببا للشك فى أن عناصر الهواء فى حالة اتحاد لا فى حالة اختلاط ولا محل الآن لهذا الشك لتعدد الادلة القاطعة بأن الاوكسيجين والازوت الموجودين فى الهواء هما على حالة اختلاط لا اتحاد فمن هذه الادلة أن المخلوط المصنوع من الازوت والاوكسيجين بالمقادير التى يوجد عليها الجسمان فى الهواء يعمل عمل الهواء الجوى سواء بسواء

ومنها أنه فى عمل هذا المخلوط لا يشاهد شئ من علامات التفاعلات الكيماوية فلا يشاهد انقباض فى الحجم ولا تصاعد حرارة ولا نسبة بسيطة بين مقادير عناصر الغازين المكونين للمخلوط

ومنها أن كثافة الهواء انما هى متوسط كثافة مخلوط من $\frac{٤}{٥}$ أزوت و $\frac{١}{٥}$ أوكسيجين

ومنها أن الهواء لا يذوب فى الماء كذوبان متحد له عامل اذابة خاص به بل ذوبانه هو ذوبان مخلوط غازين كل واحد منهما له عامل اذابة خاص به فالاوكسيجين أكثر ذوبانا فى الماء من الازوت ولذلك كان مقدار الاوكسيجين فى الهواء المذاب فى الماء أكثر من الموجود منه فى الهواء الجوى فالهواء المذاب فى الماء يحتوى تقريبا على ٦٤٫٣٧ حجما من الازوت و ٣٣٫٧٦ حجما من الاوكسيجين و ١٫٧٧ حجما من الاندريد كربونيك

ومنها أن حمض البيروجاليك يمتص الاوكسيجين الموجود فى الهواء كما يمتص المخلوط منه بالايدروجين بلا فرق

والهواء الجوى لا لون له ولا رائحة ولا طعم مرن قابل للضغط كثافته مأخوذة وحدة الكثافة بقية الاجسام الغازية وهو أثقل من

الايدروجين

الايدروجين بقدر ١٤٫١٤ واللتر الواحد منه يزن ١٫٢٩٣٢ جم وخواصه المؤكسدة آتية من الاوكسيجين الذى فيه فهو الذى به يستمر الاحتراق والتنفس وهو أكثر الاجسام شفافية فمن خلاله نرى أجساما على بعد عظيم جدا ومنا وبمرور الاشعة الضوئية للشمس من خلاله يحصل فيها انعكاس وهذا الانعكاس يحصل بالخصوص فى الاشعة الزرقاء ولذلك نرى السماء زرقاء اللون والضوء الواصل لنا يصير برتقاليا بسبب تجرده عن بعض الاشعة الزرقاء لان اللون المتمم للون الازرق هو البرتقالى وهذا اللون يظهر بالخصوص فى غروب الشمس وشروقها لطول المسافة التى تقطعها الاشعة واضعف ضوء الشمس ويحتوى الهواء الجوى على أبخرة مائية يختلف مقدارها باختلاف الحرارة ووجود هذه الابخرة ضرورى للتنفس لان الهواء الجاف بمروره فى المسالك الرئوية يتحمل مقدارا عظيما من رطوبة هذه المسالك فيتألم متنفسه والهواء الرطب يعوق تشعع حرارة الكرة الارضية نحو المسافات الفلكية فالهواء برطوبته يكون غلافا حول الارض يحفظها من البرودة الشديدة للمسافات الفلكية

ويقال للهواء انه متشبع بالرطوبة على درجة معينة متى كان لا يتحمل زيادة عما هو متحمل له من بخار الماء على هذه الدرجة فاذا انخفضت درجة الحرارة عن الدرجة المتشبع عليها فان جزأ من البخار يتكاثف على هيئة كرات صغيرة وهذا هو عين سبب تكوّن الضباب والسحاب والمطر ومقدار الماء فى الهواء فى الصيف أكثر من مقداره فى الشتاء بسبب ارتفاع درجة الحرارة ومع ذلك فيظهر لنا أن الهواء فى الشتاء يكون أكثر رطوبة وذلك لانه يكون قريبا من درجة تشبعه بسبب انخفاض درجة حرارته ويحتوى الهواء الجوّى أيضا على الانديد كربونيك ومقداره من ٤ جوم الى ٦ جوم فى عشرة آلاف جم ويتكون هذا الانديد فى أحوال عديدة ستراها وترى السبب فى كون مقداره فى الهواء يكاد لا يتغير

ويحتوى الهواء الجوى أيضا على مواد آتية من المملكة النباتية والحيوانية وهى متحصلات غازية ناشئة عن تحليل نباتات وحيوانات ميتة وخصوصا بويضات وبزور نباتات ميكروسكوبية من أنواع الاشج والفطر وأصول حيوانات دقيقة فهذه الاصول

والبزور والبو يضات تموّتى وجدت وسطا مناسبا لنموها فتكوّن الفطر الذى يشاهد فى المحلات الرطبة والحيوانات الدنيئة التى لا يمكن مشاهدتها الا بالميكروسكوب كالحيوانات التى تشاهد فى الاوراق التالفة والمياه الراكدة والجبن العفن والخل والبوظة

وهواء البقاع ذات المستنقعات يحتوى خصوصا على مواد عضوية هى سبب فساد هواء تلك المحلات وعدم ملاءمتها للصحة وهذه المواد العضوية هى سبب الروائح الكريهة التى تشم من هواء القاعات التى يكون فيها كثير من الناس المرضى والملال الذى يحس به حال الاقامة فى أماكن هواؤها مجفوف (أى محصور استعمله جملة أشخاص ولم يتجدد) انما هو من وجود تصاعدات عضوية فيه

وقد دلت التجربة على انه لتجديد هواء القاعات تجديدا كافيا يلزم تغيير عشرة أمتار مكعبة من هواء القاعات بغيرها من الهواء المطلق وذلك فى الساعة الواحدة عن كل شخص مقيم فى هذه القاعة

(١٨) الاحتراق

الاحتراق هو اتحاد الاوكسيجين بالاجسام القابلة للاحتراق وهي في الغالب ما عدا فحم الخشب والكوك مواد مكونة من الكربون والايدروجين كالبترول وغاز الاستصباح والقطران وعطر التربنتينة والفحم الحجري أو مكونة من الكربون والايدروجين والاوكسيجين كالخشب والمواد الدسمة والشمع الاستياريكي وشمع العسل والكؤل وباحتراق هذه الاجسام يتحد الايدروجين والكربون بأوكسيجين الهواء فيتكون الماء والانذريد كربونيك أو اوكسيد الكربون .

ولا يكفي لحصول الاحتراق أن يكون الجسم القابل له ملامسا للهواء بل يلزم رفع درجة حرارته الى درجة عليها يحصل التفاعل الكيماوي بينه و بين الاوكسيجين فلا الهاب شمعة مثلا يقرب من فتيلتها جسم متقد لكي ترتفع درجة حرارتها حتى اذا ما وصلت الى درجة مناسبة فان الكربون والايدروجين اللذين فيها يتحدان باوكسيجين الهواء ومتى ابتدأ الاحتراق فانه يستمر وحده لان الشمع المحترق يولد حرارة كافية لاتحاد عناصره

بالاوكسيجين

بالاوكسيجين ولا يقاد الفحم يسخن على حرارة احتراق الخشب
المسمى بالاشراق لانه يحترق بسهولة دون الفحم بملامسته لعود
متقد من الخشب وهذا الاخير يدهن بجسم لا يحتاج فى احتراقه
أى اتحاده بالاوكسيجين لحرارة مرتفعة وهذا الجسم قد عرفنا انه
هو الفوسفور فالحرارة الخفيفة الناشئة عن الاحتكاك كافية
لالهابه وعلى ذلك فايقاد جسم قابل للاحتراق هو رفع درجة
حرارته الى درجة مناسبة عليها يحصل الاتحاد بينه وبين
الاوكسيجين ومن ذلك ينتج أنه بتنقيص درجة حرارة جسم فى
حالة احتراق ينطفئ وفى الواقع اذا وضعت قطعة متقدة من الفحم
فى الرماد أى فى جسم ردىء التوصيل للحرارة فان احتراقها يستمر
وبوضعها على سطح معدنى أى على جسم موصل جيدا للحرارة
يأخذ حرارة احتراق الفحم فان الاحتراق ينقطع واللهب
مكون من احتراق أبخرة قابلة للاحتراق وحرارة الاحتراق
كافية كما قلنا لاستمرار حصول الاتحاد بين عناصر الجسم القابل
للاحتراق والاوكسيجين واذا أخذنا شبكة معدنية و وضعناها
مرتفعة عن اللهب ثم خفضناها الى أن تحدث انكسار نصفه فاننا

لا نشاهد اللهب الا من أسفلها فليس فوق الشبكة اذًا احتراق لان الشبكة المعدنية بسبب توصيلها للحرارة أحدثت تبريدا فى الابخرة المارة منها فصارت حرارة هذه الابخرة غير كافية لاتحادها بالاوكسيجين فانقطع الاحتراق والدليل على أن عدم وجود اللهب فوق الشبكة متسبب عما أحدثته هذه الشبكة من التبريد هو انه اذا قرب من الجزء الذى فوقها العديم اللهب جسم متقد فان اللهب يظهر فى الحال وانه اذا تركت الشبكة زمنا على اللهب حتى تسخن وتحمر فانه يلتهب الجزء الذى يعلوها والاحتراق يحصل تارة بلهب وتارة من غير لهب — واللهب هو عمود من الابخرة أو الغازات القابلة للاحتراق حرارتها مرتفعة تصيرها مضيئة كما يحصل من تسخين قضيب من الحديد تسخينا قويا واللهب شكل ٢٤ ليس كتلة ملتهبة متجانسة وانما هو مكون من أجزاء مختلفة متميز بعضها عن بعض هى نواة معتمة وجزء قليل النورانية وآخر متوسطهما كثيرها

(شكل ٢٤)

و بيان ذلك أنه بالهاب فتيلة شمعة مثلا تسيل موادها الصلبة القابلة للاحتراق فتتشرب بها الفتيلة فتصعد فيها (كما تتشرب قطعة السكر الماء) الى أن تصل الى الجزء المحاط باللهب وهذه المواد السائلة المكونة من الفحم والايدروجين والاوكسيجين تستحيل الى أبخرة اذا باشرت اوكسيجين الهواء احترقت وتكون عنها الاندريد كربونيك وبخار الماء غير أن وسط اللهب لا يصل اليه اوكسيجين الهواء ولذا كان عبارة عن نواة معتمة مكونة من الغازات الآتية من تحليل المواد القابلة للاحتراق بالحرارة ولم تحترق لعدم وجود الاوكسيجين وفى هذا الجزء تكون الحرارة قليلة الارتفاع (فاذا وضع سلك من البلاتين فى اللهب فانه لا يسخن فى الجزء المعتم كما يسخن فى باقى اللهب)

وحول هذه النواة جزء فيه الابخرة والغازات القابلة للاحتراق ملامسة للاوكسيجين ولكن بكمية غير كافية لاحتراقها احتراقا تاما فالايدروجين لكونه أسهل قابلية للاحتراق يحترق كله وأما الفحم فيحترق جزء منه فقط والجزء الباقى يكون فى درجة الاحمرار ويكون عبارة عن نقطة كثيرة اللمعان تكسب الجزء

المتوسط من اللهب النورانية الخاصة به ولذا كان هذا الجزء لامعا كثير النورانية

ويحيط بهذا الجزء اللامع آخر يرى بعسر لانه قليل اللمعان وان كانت حرارته مرتفعة وفيه المواد القابلة للاحتراق التي لم تحترق داخل اللهب لعدم وجود اوكسيجين كاف ملامسة للهواء مباشرة فتجد ما يكفي لاحتراقها من الاوكسيجين فتحترق احتراقا تاما ويتولد عن هذا الاحتراق الاندريد كربونيك وبخار الماء وهما غازان قليلا النورانية متى كانا مسخنين لدرجة الاحمرار ولا يبقى في هذا الجزء شيء من الفحم يكسبه النورانية

ثم اللهب يكون قليل الحرارة متى لم يصل اليه مقدار كاف من الاوكسيجين أو كانت المواد القابلة للاحتراق فيه محتوية على مقدار عظيم من الفحم متعلقا في الجزء المتوسط من اللهب وحينئذ فيكون اللهب مائلا للحمرة عوضا عن أن يكون أبيض بسبب عدم ارتفاع درجة حرارة الفحم وهذا الفحم متى خرج من اللهب وليس فيه الحرارة الكافية لاتحاده بأوكسيجين الهواء يكون على هيئة تراب أسود ناعم جدا فيقال ان اللهب مصحوب بدخان وهذا

ما يحصل

مايحصل في المصابيح التي يستعمل فيها زيت دنيء وما يحصل أيضا في المصابيح الغازية التي يتصاعد منها كميات عظيمة من الغاز بالنسبة للاوكسيجين الذي يحدث احتراقها وما يحصل في احتراق زيت الترمنتينة والفحم الحجري

والاجسام التي لا يتولد من احتراقها الا متحصلات طيارة يكون لهبها قليل النورانية ومثال ذلك الايدروجين الذي يتكون باحتراقه بخار الماء والكؤل الذي يكون باحتراقه حمض الكربونيك وبخار الماء وجميع المتحصلات الغازية التي تكون حرارتها مرتفعة يكون لهبها قليل النورانية ولكن اذا أدخل في اللهب جسم صلب أو سلك من بلاتين حلزوني فانه يتقد ويصير اللهب ذا نورانية ساطعة

فالفحم المتعلق في لهب الشمعة المعتادة هو الذي يصيره منيرا والمغنيسيوم يلتهب بلهب لا يمكن البصر تحمله لان متحصلات احتراقه صلبة (أوكسيد المغنيسيوم أو مغنيسيا)

وتنفس الانسان والحيوانات هو ظاهرة احتراق والمعلم لافوازييه هو الذي وضح ذلك بقوله ان التنفس احتراق بطيء يحصل في فحم

وايدروجين البنية شبيه بالذى يحصل فى مصباح أوفى شمعة وعلى
ذلك فالحيوانات أجسام قابلة للاحتراق تحترق وتفنى ويحصل
التنفس كالاحتراق باوكسيجين الهواء الجوى واذا لم تستبدل
العناصر المحترقة بالتنفس بغيرها انقطع التنفس فتزول الحياة كما أن
الاحتراق يقف بانتهاء زيت المصباح فينطفئ لهبه والحيوانات
تتنفس الهواء الذى يصل الى الرئة بحركة الشهيق وفيها يقابل
هذا الهواء الدم الآتى من الاجزاء المختلفة للجسم المتحمل
لمتحصلات الاحتراق الذى يحصل فى أثناء سيره فيحصل بينهما
تبادل فيمتص الدم الهواء النقى ويمر فى تيار الدورة ثانيا وفى الوقت
نفسه يترك متحصلات الاحتراق التى صيرته غير صالح للتغذية
لتخرج فى حركة الزفير وهذا الزفير يرجع للهواء الاندريد كربونيك
وبخار الماء واذا نفخ هواء الزفير الخارج من الرئة بواسطة أنبوبة
من زجاج فى محلول صاف من الجير والماء فانه يحصل فى المحلول
تعكر عظيم وهذا يثبت وجود الاندريد كربونيك فى هواء الزفير
لان التعكر المذكور ناشئ من اتحاد حمض الكربونيك بالجير
ومن تكوين كربونات الجير العديم الذوبان وحيث ان الحيوان

يأخذ من الهواء الاوكسيجين ويردّله بدله حمض الكربونيك الذى هو غاز لا يصلح للتنفس ولا يمكن به اقامة الحياة فيلزم تجديد هواء المحلات الحاصل فيها التنفس

وتحليل المواد العضوية أى التغيرات التى تحصل فى النباتات والحيوانات الميتة عبارة عن احتراق بطىء غير محسوس يحصل فى المواد العضوية مثال ذلك استحالة جذع شجرة الى تراب بتركه مقطوعا عدة سنين وهذه الاستحالة لم تحصل فيه الا بالتأثير البطىء لاوكسيجين الهواء ومثل ذلك الحيوانات التى تفارقها الحياة وتقع أجسامها فى التعفن والتحلل

ويستهلك من اوكسيجين الهواء فى الاحتراق والتنفس وتحلل المواد العضوية والتاكسدات المختلفة مقادير عظيمة فالكيلوجرام من الخشب يمتص ٧٠٠ لتر تقريبا من الاوكسيجين وهذه الكمية تؤخذ من ٣٠٣٠ لترمن الهواء ويتصاعد بدلها فى ٧٠٠ لتر من الانديد كربونيك والكيلوجرام من الفحم الحجرى يحتاج فى احتراقه الى ١٦٥٠ لترمن الاوكسيجين وهى كمية ما يحتوى عليه منه ٨٠٠٠ لتر

من الهواء ويرجع للهواء عوضها ١٤٠٠ لتر من الاندريد كربونيك

والكيلوجرام من الزيت أو الشمع أو الشحم يحتاج في احتراقه تقريبا الى ٢١٠٠ لتر من الاوكسيجين وهي ما في ١٠٠٠٠ لتر من الهواء منه ويحل محلها ١٥٠٠ لتر من الاندريد كربونيك

والرجل البالغ يستهلك في تنفسه في ٢٤ ساعة ٥٠٠ لتر من الاوكسيجين ويحل محلها ٤٦٥ لتر من الاندريد كربونيك هذا في حالة الراحة وأما في وقت الشغل فانه يستهلك تقريبا ٦٧٠ لتر من الاوكسيجين ويحل محلها ٦٥٢ لتر من الاندريد كربونيك

فكمية الاوكسيجين التي تستهلك في الاحتراق اذًا عظيمة جدا ولكنها واهية بالنسبة لكمية الاوكسيجين الموجودة حول الارض في الهواء الجوى فوزن الكتلة الهوائية يعادل على رأى دوماس وبوسينيول وزن ٥٨١٠٠٠ مكعبا من النحاس يكون طول حافته كيلومترا وعلمنا أن خمس هذا الوزن من

الاوكسيجين ومع كون كمية المتولد عن الاحتراق من الاندريد كربونيك عظيمة جدا فان مقدار هذا الاندريد من ٤ حجوم الى ٦ فى عشرة آلاف حجم من الهواء وان هذا المقدار يكاد يكون ثابتا وما ذلك الا لأن الاجزاء الخضر للنباتات تحلل الاندريد كربونيك بتأثير الاشعة الضوئية للشمس فيتصاعد أوكسيجين هذا الاندريد فى الهواء ويثبت الكربون فى نسيج النبات ومنه يتكون فى النباتات أعضاؤها المختلفة ومتحصلاتها المتنوعة من خلايا وألياف ومواد دسمة وسكر ونشا وغير ذلك فالحيوان يطرد للهواء متحصل احتراق الكربون فى بنيته والنبات يمتصه فيحلله ويأخذ منه الكربون ويرد للهواء الاوكسيجين لتعود له صلاحيته للتنفس والاحتراق ثم يعطى هذا النبات للحيوان ما أحرقه من الكربون وهكذا وهذا هو السبب فى كون الهواء لم يتغير تركيبه منذ صارت الارض مسكونة وفى كون كمية محدودة من الكربون والاوكسيجين كافية لنمو عدد غير محدود من النباتات والحيوانات

(١٩) غاز الاستصباح

هو مخلوط غازى مكوّن على الخصوص من ايدروجين مكربن

يسمى ميتان ومن الايدروجين وقليل من الازوت وأوكسيد
الكربون والاندريد كربونيك والميتان ويسمى أيضا
بايدروجين أول مكربن جسم غازى مركب من اتحاد ذرة من
الكربون بأربع ذرّات من الايدروجين ويحضر غاز الاستصباح
بتقطير الفحم الحجرى تقطيرا جافا فى معوجات من الطين شكلها
نصف اسطوانة لا يصل الهواء لباطنها متصلة بأجهزة تنقيته
وتسخن المعوجات فى أفران مخصوصة على درجة ١١٠٠ ثم يلقى
فيها الفحم وتغلق غلقا محكما والغاز المتحصل عليه فى هذه العملية
يكون أشد استنارة وأكثر مقدارا مما يحضر بوضع الفحم الحجرى
فى المعوجات قبل تسخينها وتستمر عملية التقطير أربع ساعات وبعد
مضى هذا الوقت يخرج باقى التقطير وهو فحم الكوك من
المعوجات ويستبدل بغيره من الفحم الحجرى ومقدار ما يوضع
فى كل معوجة من الفحم الحجرى فى المرة الواحدة هو تقريبا
١٥٠ كيلوجرام والغاز المتحصل عليه من التقطير لا يصلح
للاستنارة الا بعد تنقية لانه يحترق بعسر وتنتشر منه روائح
كريهة وتنقيته عملية دقيقة وتكون بامراره فى أنابيب فيها

يبرد الغاز فيترك معظم ما يكون فيه من الاجسام الغازية القابلة للسيولة فيتحصل على محلول مشبع بالنوشادر وسائل ثخين اسود ذى رائحة مخصوصة هو القطران ثم يمر الغاز فى أنبوبة طويلة من الحديد الزهر مملوءة بفحم الكوك أو بالطوب الاحمر وفيها يتم تجريده من المحلول النوشادرى والقطران ثم يمر فى صناديق محتوية على مخلوط من الجبس وأوكسيد الحديد ونشارة الخشب والغرض من وجود نشارة الخشب فى هذا المخلوط هو تصييره مسميا وبمرور الغاز فى هذه الصناديق يتجرد عما يكون فيه من الايدروجين المكبرت وكبريتور الامونيوم وكربونات النوشادر وكبريتور الكربون والاندريد كربونيك فان وجود هذه الاجسام يكسبه رائحة كريهة خصوصا وان وجود الاندريد كربونيك فيه مما يعوق احتراقه وليكون هذا المخلوط صالحا التنقية كمية من الغاز مرة أخرى يعرض للهواء عدة ساعات ثم ان الغاز المنقى يوجه فى الغازومتر وهو ناقوس عظيم من الصاج منكس على الماء ومملوء به يرتفع كلما امتلأ بالغاز فاذا امتلأ الغازومتر أقفلت أنابيب توصيله للغازومتر ولتوجيه الغاز فى الانابيب الموضوعة فى

الارض المتصلة بفوانيس الاستصباح تفتح الحنفيات الموصلة بين هذه الانابيب والغازومتر ثم يضغط على الناقوس بثقل وتختلف جودة غاز الاستصباح ومقداره باختلاف أنواع الفحم الحجرى المستعمل فى تحضيره ويفضل فى تحضيره استعمال الفحم الحجرى الذى يكون فيه الايدروجين أكثر من غيره وتكون نسبة مافيه من الايدروجين الى الاوكسيجين أكبر مايكون

وليس الفحم الحجرى هو الجسم الوحيد الذى منه يتحصل على غاز الاستصباح بل يمكن تحضيره أيضا من الزيت ومن المواد الدسمة ومن الترب (مادة فحمية آتية من تحليل النباتات المتراكمة فى الاراضى المستنقعات) ومن المادة الراتينجية

وننبه هنا على وجوب عدم ترك حنفيات غاز الاستصباح مفتوحة اذا كان الغاز فى غير احتراق لان هذا الغاز يحتوى على أوكسيد الكربون وهو جسم مسم بسببه يصير الهواء الذى ينتشر فيه غير صالح للتنفس بل يكون خطرا

وفى عملية تحضير غاز الاستصباح يتحصل على فحم الكوك وعلى القطران وهذا الاخير مادة تكاد أن لاتكون مكونة الامن

ايدروجينات مكربنة جميعها مستعمل فى الصنائع فبتقطير القطران بين درجة ٦٠ و ٢٠٠ تتقطر الزيوت الخفيفة للفحم الحجرى وبين ٢٠٠ و ٢٢٠ تتقطر الزيوت الثقيلة وعلى درجة فوق ذلك يتقطر البارافين تقريبا وحده ومن الزيوت الخفيفة يتحصل على مقدار عظيم من البنزين ومن الثقيلة على النفتالين والفينول وهذه المركبات الثلاثة مستعملة فى الصنائع للحصول على مواد ملونة جميلة كثيرة العدد

(٢٠) البترول

ويسمى بزيت الحجر هو متحصل طبيعى يشاهد فى أغوار مختلفة العمق من الطبقات الارضية

واستعماله معروف من قديم الزمان فقد كان يعرف فى الهند والعجم وايطاليا وشواطئ بحر الخزر ينابيع منه ولم ينتشر استعماله الامن سنة ١٨٥٩م أى بعد الوقوف على مستودعات عظيمة منه فى بنسلفنى من أمريقا الشمالية ويعرف وجوده من قديم أيضا فى شواطئ البحر الاحمر فى جهة تسمى بجبل الزيت تبعد عن السويس بمسافة ٣٠٠ كيلومتر تقريبا وفى سنة ١٨٨٤م

كلفت الحكومة المصرية المهندس المعدنى البلجيقى موسيو دباى بتدقيق البحث عنه فى تلك الجهة فباشر عمله وفى ٢٨ فبراير سنة ١٨٨٦ خرج البترول من مجس أنزل فى الارض على عمق ٣٥ متر متخللا طبقات من الجبس والكبريت والخزف وكان ارتفاع البترول الخارج من المجس مترين على ارتفاع سطح البحر وتبين له أنه يمكن الحصول على ألفى لتر تقريبا منه فى اليوم الواحد من منبع واحد وأن كثافته ٠٫٨٨٠ (١)

والبترول الخام سائل لونه أسمر كثيرا أو قليلا مشرب بالخضرة اذا نظر له بالانعكاس رائحته شديدة خاصة به تشبه رائحة المتحصلات النارية للفحم الحجرى كثافته بين ٠٫٧٨٠ و ٠٫٩٢ مكون من اختلاط عدد عظيم من ايدروجينات مكربنة بعضها غازى وبعضها سائل وبعضها صلب وهذه الايدروجينات المكربنة هى غير التى يتحصل عليها من تقطير الفحم الحجرى ومع ذلك فالغالب أن البترول نتيجة تقطير الفحم الحجرى فى باطن الارض وانما الفرق

(١) الوقائع المصرية فى ٤ مارث سنة ١٨٨٦

الذى

الذى يشاهد بين متحصل هذا التقطير وبين ما يتحصل عليه من تعريض الفحم الحجرى للحرارة هو بسبب كيفية استعمال الحرارة فالانسان يستعمل الحرارة فجأة من غير تدريج وأما الطبيعة فتستعملها ببطء بدرجات غير محسوسة

والبترول الخام لا يصلح للاستعمالات الاهلية الا بعد تقطيره فيوضع فى معوجات تتصل بأنابيب مستطيلة مسلط عليها سلسول من الماء البارد فما يتقطر من السائل يتكاثف فى هذه الانابيب ولا تسخن المعوجات الا بالبخار الساخن وهذا البخار يأتى من قدور بعيدة عن محل التقطير خشية التهاب أبخرة البترول لانها سهلة الاحتراق ومع هذا الاحتراس فخطر الحرائق التى تنجم عن تقطيره تقضى بعدم عمل هذا التقطير الا فى محلات بعيدة عن المسكن ومعامل التقطير العظيمة تكون كلها مصنوعة من الحديد وتسخن المعوجات ابتداء بين درجة ٤٥ و ٧٠ فتتقطر متحصلات خفيفة سريعة الالتهاب تكوّن باختلاطها بالهواء مخلوطا مفرقعا خطرا جدا فتجنى هذه المتحصلات على حدتها وهى المسماة بأثير البترول

وكثافتها ٠,٦٥ تقريبا وتستعمل فى تحضير البوية والورنيش لاذابة المواد الراتينجية والدسمة ثم ترفع الحرارة الى درجة بين ٧٥ و ١٢٠ فتتقطر متحصلات تسمى بعطر البترول وبالعطر المعدنى وبالنفت الخام كثافتها تختلف بين ٠,٧٠٠ و ٠,٧٤٠ ثم ترفع درجة الحرارة بالتدريج الى ٢٨٠ ومايتقطر بين درجة ١٢٠ و ٢٨٠ هو زيت البترول ويسمى بزيت الاستنارة وبكيروزين (بامالة الزاى) ويسمى عند العامة بالجاز وقبل استعماله فى الاستصباح يلزم تكريره وكثافته بين ٠,٧٨٠ و ٠,٨١٠ ثم ترفع درجة الحرارة الى ٤٠٠ فيتحصل على زيوت ثقيلة تستعمل لتشحيم الآلات وفى التسخين أيضا وكثافة هذه الزيوت الاخيرة بين ٠,٨٣٠ و ٠,٩٠٠ ومع الزيوت الثقيلة يتقطر البارافين

ويكرر زيت البترول بمعاملته بحمض الكبريتيك ثم غسله بالماء ومعاملته بالصودا الكاوية فيتحصل على سائل كثير الحركة عديم اللون واذا نظر له بالانعكاس كان لونه أبيض لبنيا مشربا بالزرقة رائحته أقل شدة من رائحة البترول الخام يغلى على درجة ١٥٠

لا يلتهب الا اذا ارتفعت درجة حرارته عن ٤٠ ولا يتبخر تبخرا محسوسا على الدرجة المعتادة وزيت البترول المكرر هكذا هو الذى ينبغى استعماله فى الاستصباح ولا خطر فى استعمال البترول متى كان مكررا غير مغشوش وخطره عظيم اذا كان محتويا على شئ من المواد الكثيرة التطاير واذا اسخن على درجة حرارة ٣٥ وتصاعد منه أبخرة قابلة للاحتراق فمثل هذا البترول لا ينبغى استعماله فى الاستصباح لانه يسبب الحرائق وكثيرا ما يكون زيت البترول قابلا للاحتراق على درجة دون ٣٥ وهذا الآن بعض مكررى البترول القليلى الذمة يضيفون اليه عطر البترول لبخس ثمنه وفى استعمال مثل هذا البترول خطر عظيم فقد دلت أبحاث الدكتور فيث أن البترول المكرر الذى لا يلتهب على درجة ٤٥ + يلتهب على درجة ٣٩،٥ اذا أضيف اليه واحد فى المائة من عطر البترول وعلى درجة ٣٣،٣ اذا أضيف اليه ٢ فى المائة من العطر وعلى درجة ٢٨،٣ اذا أضيف اليه خمسة فى المائة من العطر وعلى درجة ١٥ اذا أضيف اليه ١٠ فى المائة من العطر وبذلك يفهم الخطر العظيم الذى ينتج من استعمال

البترول غير المكرر أو الذى أضيف اليه عطر البترول ولو كان بمقدار صغير ويمكن الاستدلال على صلاحية البترول للاستصباح بوجه التقريب بأن يخض البترول مع الماء الفاتر فى آنية ضيقة الفم وبعد تركه للهدو زمنا أى متى صار سمك طبقة البترول التى تطفو على السائل اثنين مليمتر يقرب منها عود كبريت متقد فيحصل فى البترول التهاب ان كان محتويا على عطر البترول

(تم الجزء الثانى ويليه الجزء الثالث وأوله الصفات الطبيعية للفلزات)

